

**Fakultet prirodoslovno matematičkih znanosti i odgojnih područja  
Sveučilišta u Splitu**

# **PRISTUPI I TRENDVI U STANDARDIZACIJI E-LEARNING-a**

**Seminar iz kolegija Primjena računala u nastavi**

**Studenti:  
Ana Ban  
Gorana Sović**

**Mentor:  
doc.dr.sc. Slavomir Stankov, dipl.ing**

**Split, siječanj 2004.**

## SADRŽAJ:

1. Uvod.....	3
2. Glavni sudionici.....	4
2.1. The Institute of Electrical and Electronic Engineers ( IEEE ).....	4
2.2. International Standardization Organization.....	4
2.3. EDUCAUSE-IMS.....	4
2.4. North American Aviation Industry.....	5
2.5. US Department of Defense.....	5
2.6. US Department of Education.....	5
2.7. Education Network Australia.....	5
2.8. European Community.....	6
2.9. Veze između glavnih sudionika.....	6
3. E-learning standardizacija.....	7
3.1. Prva razina standardizacije. Modeli podataka i informacija.....	8
3.1.1. Obrazovni metapodaci.....	8
3.1.1.1. Learning Object Metadata ( LOM ).....	9
3.1.1.2. Dublin Core ( DC ).....	9
3.1.1.3. Instructional Management Systems metapodaci ( IMS ).....	10
3.1.1.4. GESTALT GEMSTONES.....	10
3.1.1.5. ADL SCORM metapodaci.....	10
3.1.1.6. ARIADNE metapodaci.....	11
3.1.1.7. GEM i EdNA metapodaci.....	11
3.1.1.8. Sažetak o obrazovnim metapodacima.....	12
3.1.2. Organizacija obrazovnih sadržaja.....	14
3.1.2.1. AICC-ove Computer Managed Instruction ( CMI ) smjernice za interoperabilnost.....	15
3.1.2.2. ADL-ov SCORM Content Structure Format.....	17
3.1.2.3. IMS Organization.....	18
3.1.3. Profili i zapisi učenika.....	18
3.1.3.1. LTSC Public and Private Information ( PAPI ).....	19
3.1.3.2. IMS Profile i IMS Enterprise.....	21
3.1.3.3. GESTALT Extended PAPI ( EPAPI ) i Unit Object Model ( UOM ).....	23
3.1.4. Ostali standardi.....	24
3.1.4.1. Procjena studenta.....	24
3.1.4.2. Pakiranje i oblikovanje sadržaja.....	26
3.2. Druga razina standardizacije. Uobičajene komponente programske podrške i otvorena arhitektura.....	27
3.2.1. The Learning Technology System Architecture.....	29
3.2.2. Posredovanje ( eng. brokerage ) u obrazovnim sustavima.....	31
3.2.2.1. GESTALT.....	31
3.2.2.2. ARIADNE Knowledge Pool System ( KPS ).....	33
3.2.2.3. GEM i EdNA pristupi posredovanju obrazovnim resursima.....	34
3.2.3. Okruženja u stvarnom vremenu.....	34
3.2.3.1. AICC Computer Managed Instruction ( CMI ).....	35
3.2.3.2. ADL Learning Management System ( LMS ).....	38
3.2.4. CORBAlearn: doprinos standardizaciji e-learning-a na drugoj razini.....	41
4. Zaključak.....	58
5. Literatura.....	58

## 1. UVOD

Napredak u informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji, posebno u multimediji, umrežavanju i programskom inženjerstvu, omogućio je pojavu nove generacije sustava za učenje uz pomoć računala. No, osim toga, znatno je povećan i broj obrazovnih resursa ( elektronski tekstovi, slike, filmovi, simulacije, animacije ) razvijenih u Internet okruženju. Stoga je razumljivo da Internet danas predstavlja jedno široko rasprostranjeno okruženje sa brojnim mogućnostima učenja i poučavanja. Problem predstavljaju nestandardizirani modeli podataka, nestrukturirani sadržaji te nekompatibilnost obrazovnih platformi. Naime, obrazovni sadržaji oblikovani u jednom sustavu posve su neupotrebljivi ostalim, njemu nekompatibilnim sustavima. Zbog svega toga potreba za standardizacijom postaje očita. To je složen proces koji se događa na nekoliko razina te koji obuhvaća brojne aspekte koje treba razmotriti. Danas se rješavanjem ovih problema bave mnoge institucije i organizacije, kako javne tako i privatne. Kao i u drugim inicijativama standardizacije, standardizacija primijenjena na obrazovne tehnologije će omogućiti ponovnu upotrebljivost ( eng. reuse ) i interoperabilnost ( eng. interoperability ) među heterogenim sustavima što će znatno unaprijediti i olakšati obrazovanje. Da bi se to postiglo potreban je, dakle, dogovor o arhitekturi, servisima, protokolima, modelu podataka i otvorenim sučeljima.

Kroz ovaj seminar prvo ćemo se kratko upoznati sa glavnim sudionicima procesa standardizacije e-learning-a. Nakon toga slijedi pregled najznačajnijih prijedloga i projekata sa obje razine standardizacije, uključujući specifikacije i modele koji su na pravom putu da postanu standardi. No, iako je ovo izuzetno aktivno područje, na ostvarenje konačnog cilja ipak ćemo morati pričekati još nekoliko godina.

## 2. GLAVNI SUDIONICI

U sljedećih nekoliko paragrafa upoznat ćemo se sa glavnim institucijama i organizacijama koje su zbog stalne upotrebe različitih programskih produkata svjesne potrebe za standardizacijom. Time bi se omogućila ponovna upotrebljivost programa ( eng. reuse ) i zajednički rad dvaju ili više različitih sustava ( eng. interoperability ).

Sjeverna Amerika	Europa
IEEE-LTSC	ARIADNE
ISO/IEC JTC1 SC36	GESTALT
EDUCAUSE-IMS	PROMETEUS
AICC	CEN/ISSS/LT
US DoD-ADL	
GEM	

Slika 1. Glavne institucije i organizacije

### 2.1. The Institute of Electrical and Electronic Engineers ( IEEE )

IEEE-ov The Learning Technologies Standardization Committee ( LTSC ) je odbor specijaliziran za područje učenja uz pomoć računala ( eng. computer-based education ), a bavi se i sakupljanjem preporuka i prijedloga ostalih institucija i projekata vezanih za proces standardizacije učenja. Njihov glavni cilj je razviti tehničke standarde, preporuke i smjernice za programske komponente, alate te metode tehnologije i dizajna za olakšavanje razvoja, implementacije, održavanja i zajedničkog rada obrazovnih sustava. Sastoji se od 15 pododbora organiziranih u pet radnih područja: opće, područje vezano za sadržaj ( eng. content-related ), područje vezano za učenike ( eng. learner-related ), podaci i metapodaci ( eng. metadata ), sustavi i aplikacije za upravljanje. Prvi prijedlog LTSC-a odnosi se na arhitekturu, referentni model, model studenta i obrazovne metapodatke ( eng. metadata ) vezane za sustave za rad uz pomoć računala ( eng. CBT ).

### 2.2. International Standardization Organization

Udruženje International Standardization Organization i International Electrotechnical Commission Committee ( ISO/IEC ) rezultiralo je 1999. godine sa 36. pododborom ( ISO/IEC JTC1 SC36 ) kako bi se pokrili svi aspekti procesa standardizacije u području obrazovnih tehnologija. Njegov rad usmjeren je na interoperabilnost, ne samo na tehničkoj razini već uzimajući u obzir i socijalne i kulturalne aspekte. Usko je povezan i sa radom ostalih pododbora kao npr. SC 35 koji se bavi korisničkim sučeljima, SC 32 koji se bavi upravljanjem i razmjenom podataka, SC 22 čiji su zadatak programski jezici i SC 2 kodiranje znakova. Radne grupe ISO/IEC JTC1 SC36 predvode neke od danas najrazvijenijih zemalja kao što su Njemačka, Velika Britanija, Japan i SAD.

### 2.3. EDUCAUSE-IMS

EDUCAUSE ( nekadašnji EDUCOM ) je udruženje sjevernoameričkih obrazovnih institucija i njihovih industrijskih partnera čiji je cilj definiranje tehničkih standarda za zajednički rad distribuiranih obrazovnih aplikacija i servisa. Njihov najvažniji projekt je The Instructional Management Systems ( IMS ) sa rezultatima vezanim za metapodatke, pakiranje sadržaja,

definiranje testova, profile studenata i grupa te upravljanje istima. Ovi modeli podataka raspoređeni su u tri različita dokumenta: definicija modela, specifikacija XML modela i vodič za implementaciju modela.

## **2.4. North American Aviation Industry**

North American Aviation Industry je jedan od najvećih korisnika obrazovnih programa, što je glavni poticaj nastanku The Aviation Industry CBT Committee ( AICC ). AICC objavljuju svoje rezultate u tri različita formata: AICC Guidelines and Recommendations ( AGR ), tehnički izvještaji i radni dokumenti. Aktivnosti AICC-a usmjerene su na definiciju zahtjeva programske i tehničke podrške za studentska računala, vanjske potrebe, multimedijalne formate za sadržaje tečaja i svojstva korisničkih sučelja. Njihov prijedlog za okruženja u stvarnom vremenu ( eng. runtime environment ) uključuje samostalne sustave gdje je komunikacija podržana prijenosom datoteka i web orijentiranim obrazovnim sustavima. AICC je usko povezan sa US Department of Defense ADL.

## **2.5. US Department of Defense**

1997. godine The US DoD i The White House Science and Technology Bureau pokrenuli su The Advanced Distributed Learning ( ADL ) inicijativu. ADL je od samih početaka usmjeren na web orijentirano obrazovanje. Zajednički rad ADL-a sa IEEE-om, IMS-om i AICC-om rezultirao je sa Sharable Content Object Reference Model ( SCORM ). Njihov prijedlog uključuje referentni model za obrazovne, zajedno upotrebljive programske objekte, okruženja u stvarnom vremenu ( eng. runtime environment ), model metapodataka ( eng. metadata model ) i model strukture tečaja. 1999. godine ADL je osnovao Co-Lab, radnu grupu čiji je zadatak testiranje i vrednovanje novih ADL preporuka, utvrđivanje stupnja kompatibilnosti vanjskih proizvoda sa SCORM-om i razvoj SCORM-kompatibilnih prototipova. The Total Force Advanced Distributed Learning Action Team ( TFADLAT ) služi kao veza između ADL-ove inicijative i The US Secretary of Defense. Oni iznose preporuke DoD-u koje se tiču obrazovnih programa i sustava te promoviraju implementaciju razvijenih standarda.

## **2.6. US Department of Education**

Projekt Gateway to Educational Materials ( GEM ) osigurava jedinstveni okvir za objavljivanje i lociranje obrazovnih resursa dostupnih putem Interneta. Ovaj projekt je nastao 1997. godine kao specijalni projekt unutar ERIC Clearinghouse on Information & Technology. Predloženi sustav radi kao tipični uređaj za pretraživanje web-a. Dobavljači obrazovnih resursa ( eng. provider ) registriraju svoje resurse u skladu sa GEM-ovim kataloškim standardima. Definicija metapodataka koji predstavljaju obrazovne sadržaje je također jedan od zadataka GEM-a.

## **2.7. Education Network Australia**

Education Network Australia ( EdNA ) je usmjeren na promoviranje Interneta kao alata za učenje uz pomoć računala među australskim obrazovnim institucijama, od studenata do isporučioaca sadržaja ( eng. content providers ). Kao i GEM-ov, i EdNA-in glavni cilj je omogućiti pristup obrazovnim resursima i sustavima. Također su formirali svoju vlastitu verziju obrazovnih metapodataka ( eng. metadata ).

## 2.8. European Community

Unutar European Community imamo četiri glavne inicijative koje su vezane za standardizaciju obrazovanja uz pomoć računala: ARIADNE, GESTALT, PROMETEUS i CEN/ISSS/LT.

Glavna područja rada ARIADNE ( The Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe ) su: računalne mreže za učenje i poučavanje, metodologije razvoja, upravljanja i ponovne upotrebe obrazovnih sadržaja, pregled definicija vezanih za učenje uz pomoć računala i obrazovni metapodaci. Jedan od najvažnijih doprinosa ove inicijative je prijedlog o obrazovnim metapodacima koji je nastao u suradnji sa IMS-om.

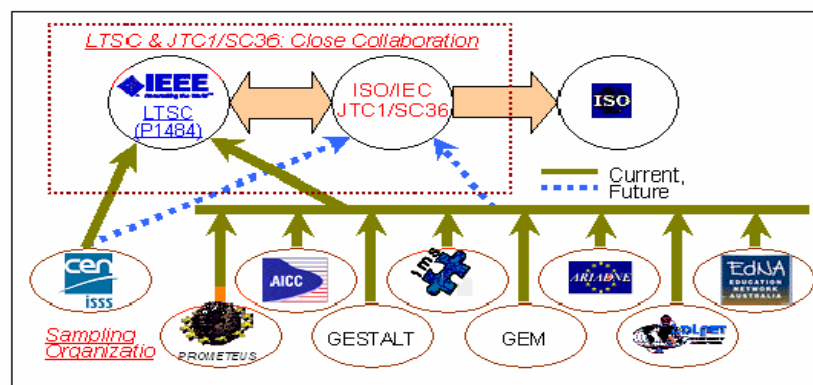
GESTALT ( Getting Educational Systems Talking Across Leading edge Technologies ) izgrađuje referentni okvir za razvoj distribuiranih, heterogenih, skalarnih i kompatibilnih obrazovnih sustava. Opći cilj predložene platforme je omogućiti korisnicima pronalaženje obrazovnih resursa i pristup pronađenim resursima putem mrežne infrastrukture prikladne za upravljanje. Veliki doprinos GESTALT-a je i u definiciji modela podataka za umrežene obrazovne sustave, posebno u definiciji obrazovnih metapodataka i studentskih profila i sklonosti.

PROMETEUS ( PROMoting Multimedia access to Education and Training in EUropean Society ) je europska inicijativa koju čini više od 400 institucija uključenih u obrazovanje uz pomoć računala. Do danas nisu napravljeni neki značajniji rezultati.

CEN ( The European Committee for Standardization, Comite Europeen de Normalization ) sadrži The Information Society Standardization System ( ISSS ) pododbor. Aktivnosti vezane za obrazovnu standardizaciju unutar ISSS-a odvijaju se u Learning Technologies Workshop ( CEN/ISSS/LT ). Glavni ciljevi su usmjereni na ponovnu upotrebljivost i interoperabilnost za obrazovne resurse, obrazovnu suradnju, metapodatke za obrazovne sadržaje i kvalitetu obrazovnog procesa.

## 2.9. Veze između glavnih sudionika

Većina prijedloga iznesenih kroz ovaj rad posljedica su zajedničkog rada više institucija uključenih u proces standardizacije. Inicijative obično pokreću različite institucije istovremeno, a veze se uspostavljaju tijekom procesa kako bi se na kraju definirale konačne preporuke. U većini slučajeva LTSC skuplja prijedloge svih spomenutih sudionika i nakon postizanja zajedničkog dogovora pretvara ih u opće preporuke. Prijedlozi koje odobri IEEE inicijativa zatim moraju proći kroz još stroži proces kako bi postali ANSI ili ISO standardi.



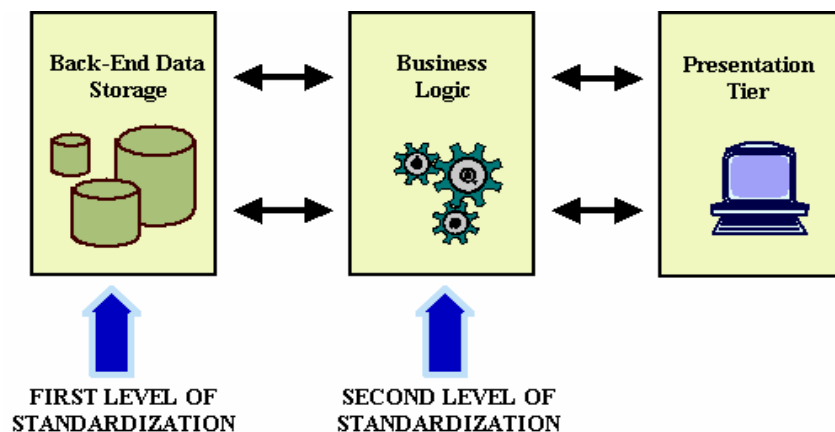
Slika 2. Veze među glavnim sudionicima

### 3. E-LEARNING STANDARDIZACIJA

Svi rezultati rada na standardizaciji obrazovanja uz pomoć računala mogu se promatrati na dvije razine:

1. Specifikacije informacijskog modela. Dano je nekoliko prijedloga za specifikaciju formata, sintakse i semantike podataka koji će se prenositi između heterogenih platformi ( tečajevi, profili učenika, objekti vrednovanja itd. ).
2. Specifikacije arhitekture, komponenti programske podrške i sučelja. Do danas nisu ostvareni značajniji rezultati iako su dani neki prijedlozi za komponente programske podrške odgovorne za upravljanje modelom informacija sa prve razine standardizacije.

Mnogi Internet programeri razvijaju svoje aplikacije slijedeći trorednu arhitekturu ( eng. three-tier architecture ). Prva razina ove arhitekture tzv. "back-end tier" odnosi se na postojeane podatke. Druga razina tzv. "business logic tier" odgovorna je za upravljanje podacima u skladu s očekivanim funkcionalnostima. Treća razina tzv. "presentation tier" ( ili "front-end tier" ) podržava korisnička sučelja. U terminima ovog stila arhitekture, prva razina standardizacije će osigurati standarde za "back-end tier", dok se druga razina standardizacije odnosi na "business logic tier" ( slika ). Postoje čak i neke preporuke vezane za treću razinu arhitekture ( npr. preporučeni simboli korisničkih sučelja koje je osmislio AICC ) iako su ti rezultati ovdje manje važni.



Slika 3. Troredna arhitektura i razine standardizacije

#### 3.1. Prva razina standardizacije. Modeli podataka i informacija.

Kao što smo već napomenuli, prva razina standardizacije rezultirala je značajnim modelima i prijedlozima. Standardi na ovoj razini su uobičajene specifikacije koje moraju koristiti različiti proizvođači prilikom stvaranja objekata učenja. U većini slučajeva se za implementaciju informacijskog modela, koji omogućuje interoperabilnost u web okruženjima, koristi XML ( Extended Markup Language ).

Relevantne specifikacije prve razine odnose se na:

- Metapodatke ( eng. Metadata ): informacije koje se koriste za što precizniju definiciju obrazovnih sadržaja. Najznačajnija specifikacija je Learning Object Metadata ( LOM ) specifikacija koju je predložio IEEE LTSC, a postala je de-facto standard. Ovo je jedno od najaktivnijih područja standardizacije te je dostupno nekoliko prijedloga koji su međusobno povezani.

- Organizacija obrazovnih sadržaja ( eng. Educational content organization ): modeli podataka za opis statičke i dinamičke strukture tečaja. Statička struktura tečaja definira osnovne relacije između elemenata tečaja ( lekcije, poglavlja, vježbe itd. ), dok dinamičku strukturu tečaja određuje korisnik ovisno o svojim atributima i prijašnjim interakcijama. Ove informacije koriste obrazovna okruženja kako bi se isplanirale sljedeće studentove aktivnosti. Najznačajnije specifikacije vezane za ovo područje su AICC Guidelines for interoperability of CMI systems te ADL-ov SCORM model temeljen na AICC specifikaciji.
- Profili i zapisi učenika ( eng. Learner profiles and records ): informacije koje karakteriziraju učenika, njegovo znanje i sklonosti. IEEE LTSC Public and Private Information ( PAPI ) je najznačajnija specifikacija vezana uz ovo područje. Također su značajne i IMS Learner Information Packaging Specification te IMS Enterprise Data Model.
- Ostali standardi odnose se na pakiranje sadržaja kako bi se olakšao prijenos tečajeva među institucijama ( IMS Content Packaging Specification ), interoperabilnost testova i upitnika ( IMS QTI specification ), upravljanje učenikom, definicije sposobnosti itd.

### **3.1.1. Obrazovni metapodaci ( eng. Educational Metadata )**

Metapodaci (eng. metadata) su jedno od trenutno najproduktivnijih i najzanimljivijih područja u procesu standardizacije obrazovnih tehnologija. Mnoge organizacije i institucije spomenute u uvodnom dijelu dale su svoje prijedloge i preporuke za specifikaciju metapodataka. Doslovni prijevod bi bio podaci o podacima tj. sadrže opise, svojstva i informacije o objektima kako bi olakšali njihovu upotrebu i upravljanje tim objektima. Nas posebno zanimaju obrazovni metapodaci ( eng. educational metadata ) koji nam osiguravaju informacije o obrazovnim resursima. Obrazovni resurs ( eng. educational resource ) je entitet koji se koristi ili se na njega poziva u procesu učenja ( npr. multimedijalni sadržaji, knjige, priručnici, programi, testovi, programske aplikacije, alati, osobe, organizacije... ). Upravo je pojava velikog broja ovakvih obrazovnih resursa u novije vrijeme dovela do potrebe za metapodacima. Nedostatak informacija o svojstvima, lokaciji i dostupnosti obrazovnih resursa mogu ih učiniti nekorisnima. Situacija je još očitija u otvorenom nestrukturiranom okruženju kao što je Internet. Metapodaci doprinose rješavanju ovakvih problema osiguravajući standard i učinkovit način za prikladnu karakterizaciju svojstava obrazovnih resursa. Na taj način pojednostavljuje se pronalaženje resursa, njihova razmjena, stvaranje i prilagodba. Kroz sljedećih nekoliko paragrafa upoznat ćemo se s najvažnijim prijedlozima vezanim za obrazovne metapodatke.

#### **3.1.1.1. Learning Object Metadata ( LOM )**

LOM, jedna od najvažnijih specifikacija obrazovnih metapodataka dolazi od IEEE-ovog LTSC-a i već je postala de-facto standard. Zajednički prijedlog dali su 1998. godine IMS i ARIADNE na temelju kojeg je nastao IEEE Learning Object Metadata Base Document. Trenutno je u razvoju LOM verzija 6.0. Ostali prijedlozi bazirani na LOM-u su specifični primjeri LOM-a, njegovi dodaci ili pokušavaju biti kompatibilni s njim. LOM specificira sintaksu i semantiku metapodataka objekata učenja ( eng. learning object metadata ) definiranu kroz attribute koji su potrebni kako bi se u potpunosti i prikladno opisali objekti učenja. To podrazumijeva imena elemenata, definicije, tipove podataka, taksonomije, rječnike i duljinu polja. LOM se odnosi na minimalan skup atributa potrebnih za upravljanje, lociranje i vrednovanje objekata učenja. To su na primjer tip objekta, autor, vlasnik, uvjeti distribucije i format. U situacijama gdje je to primjenjivo metapodaci mogu uključivati i pedagoške attribute



kao što su stil poučavanja ili interakcije, stupanj obrazovanja, stupanj znanja i predznanje ( preduvjeti ). Budući su obrazovni resursi heterogeni po prirodi, ta bi različitost trebala utjecati i na opise objekata učenja metapodacima.

LOM je organiziran u 9 kategorija koje čine 60 različitih elemenata metapodataka ( slika 4.). LOM metapodaci podržavaju upravljanje obrazovnim resursima, njihovo održavanje, pohranjivanje i obnavljanje ( pretraživanje, lociranje, pakiranje, uređivanje ) te razmjenu resursa. LOM metapodaci mogu biti korisni i kod sličnih zadataka kao što su upravljanje pravima intelektualnog vlasništva (eng. intellectual property rights management) ili elektronska trgovina (eng. electronic commerce). LOM je opisan koristeći ISO/IEC 11404 specifikaciju strukture podataka, a neki njegovi dijelovi su implementirani koristeći XML.

<b>KATEGORIJA</b>	<b>OPIS</b>
Opća ( eng. General )	Grupira sva sadržajno neovisna svojstva i semantičke opise izvora.
Životni ciklus ( eng. Lifecycle )	Grupira sva svojstva vezana za životni ciklus izvora.
Meta-metapodaci ( eng. Meta-metadata )	Grupira svojstva samog opisa a ne i izvora koji se opisuje.
Tehnička ( eng. Tehnical )	Grupira tehnička svojstva izvora.
Obrazovna ( eng. Educational )	Grupira obrazovna i pedagoška svojstva.
Prava ( eng. Rights )	Grupira svojstva koja se odnose na uvjete korištenja.
Veze ( eng. Relations )	Grupira svojstva izvora koja ih povezuju s drugim izvorima.
Bilješke ( eng. Annotation )	Dopušta komentare o obrazovnoj upotrebi izvora.
Klasifikacija ( eng. Classification )	Grupira svojstva izvora vezana za klasifikaciju.

Slika 4. LOM kategorije

### 3.1.1.2. Dublin Core ( DC )

Dublin Core ( DC ) je opća i široko prihvaćena specifikacija metapodataka usmjerena lokaciji obrazovnih resursa. U kolovozu 1999. godine The Dublin Core Advisory Committee ( DCAC ) formirao je The DCEducation Working Group ( DC-Ed WG ) kako bi napravio prijedlog o upotrebi DC metapodataka za opis obrazovnih resursa. Njihov je osnovni cilj predložiti dodatke DC metapodacima uzimajući LOM-ov i IMS-ov prijedlog kao osnovu. Posebno su zanimljiva područja vezana za informacije o korisnicima ( eng. Users ), trajanju ( eng. Duration ), procesima/karakteristikama učenja ( eng. Learning Processes/Characteristics ), standardima ( eng. Standards ) i kvaliteti ( eng. Quality ). Specijalno će uključiti sljedeće elemente za obrazovne svrhe: posjetioci ( eng. Audience ), standardi, kvaliteta, tip interakcije ( eng. InteractivityType ), razina interakcije ( eng. InteractivityLevel ) i uobičajeno vrijeme učenja ( eng. TypicalLearningTime ). Posljednja tri elementa uzeta su direktno iz LOM specifikacije.

### 3.1.1.3. Instructional Management Systems metapodaci ( IMS )

IMS projekt prvi je uočio kako proces standardizacije učenja treba krenuti od dogovora o metapodacima za obrazovne resurse. Kako je već spomenuto, IMS je u suradnji sa ARIADNE dao prijedlog za stvaranje LOM-a te i dalje doprinosi njegovom razvoju. Osim toga IMS koristi LOM metapodatke u svojoj specifikaciji, posljednja je bazirana na LOM verziji 3.5, iako smatraju da je broj elemenata LOM-a prevelik. IMS pokušavaju LOM metapodatke

učiniti što prilagodljivijim nudeći dvije različite specifikacije: IMS Core ( 19 LOM elemenata ) koja uključuje samo osnovne metapodatke i IMS Standard Extension Library ( IMS-SEL ) u kojoj su ostali LOM metapodaci. IMS preporuča XML za implementaciju metapodataka, a XML DTD za vrednovanje.

#### **3.1.1.4. GESTALT GEMSTONES**

Prvi prijedlog GESTALT metapodataka također je bio baziran na LOM-u i to verziji 2.5. Iz toga se kasnije razvio novi prijedlog koji je u sebi sadržavao osnovni LOM model podataka i dodatne atribute koji su identificirani tijekom procesa oblikovanja. Taj je prijedlog poznat pod nazivom GEMSTONES ( Gestalt Extensions to Metadata STANDards for ON-line Education Systems ). Dodatni atributi odnosili su se na definiciju tehničkih zahtjeva, detaljnije opise korisnika i njihovih karakteristika, upravljanje pravima korištenja obrazovnih resursa, upotrebu numeriranih lista za rad s rječnicima različitih prirodnih jezika, definiciju metapodataka za vrednovanje te stvaranje kategorija preslikavanja ( eng. mapping category ) koje pridružuju simbol traženog elementa njegovom ekvivalentu u specifikaciji učenikovog profila. Međutim, njihov je najveći doprinos u stvaranju nove kategorije metapodataka za prošireno upravljanje aspektima kvalitete servisa. Kvaliteta servisa ( eng. Quality of Service-QoS ) odnosi se na dvije različite kategorije: konfiguracija korisnika ( eng. Client Configuration ) i mreža ( eng. Network ). Prva se odnosi na transparentno pregovaranje o sadržajima, a druga na mrežne aspekte. QoS metapodaci u GEMSTONES-u se temelje na definicijama ATM-a za QoS i IETF standardima IntServ i DiffServ. Današnji GESTALT model metapodataka temelji se na LOM verziji 4.0. Njihov je cilj uključiti QoS kategoriju metapodataka zajedno sa kategorijom preslikavanja ( eng. mapping category ) u odgovarajuće PAPI područje.

#### **3.1.1.5. ADL SCORM metapodaci**

Iako su u većini slučajeva XML implementacije dostupne, specifikacije metapodataka bazirane na LOM-u ne opisuju kako primijeniti metapodatke na konkretne sustave. SCORM je usvojio skup elemenata metapodataka opisanih u IMS-ovom Learning Resource Metadata Information modelu. Originalni doprinos SCORM-a je u podjeli elemenata metapodataka u tri kategorije obrazovnih elemenata: neobrađeni medij ( eng. raw media ), sadržaj ( eng. content ) i tečaj ( eng. course ). Na taj način oni su povezali opće specifikacije metapodataka sa konkretnim modelima sadržaja. SCORM razlikuje tri tipa metapodataka o sadržajima učenja:

- Metapodaci o neobrađenim medijima ( eng. raw media metadata ) koji se mogu primijeniti na ilustracije, dokumente ili različite medije da bi osigurali njihove opisne informacije neovisno o sadržajima učenja. Ovi metapodaci se koriste kako bi olakšali ponovnu upotrebu ( eng. reuse ) i sposobnost otkrivanja ( eng. discoverability ) za vrijeme stvaranja svojine ( eng. asset ) sa sadržajima učenja unutar spremišta za pohranjivanje svojine ( eng. asset repository ).
- Metapodaci o sadržaju ( eng. content metadata ) koji se mogu primijeniti na skupine sadržaja ili na osnovne jedinice kako bi osigurali opisne informacije o obrazovnim sadržajima neovisno o konkretnom skupu sadržaja ( eng. content aggregation ). Ovi metapodaci se koriste kako bi olakšali ponovnu upotrebu i sposobnost otkrivanja takvih obrazovnih sadržaja unutar spremišta za pohranjivanje obrazovnih sadržaja ( eng. learning content repository ).
- Metapodaci o tečaju ( eng. course metadata ) opisuju skupinu sadržaja koji čine taj tečaj slično SCORM-ovom formatu strukture sadržaja. Ovi metapodaci se koriste kako bi olakšali ponovnu upotrebu i sposobnost otkrivanja unutar spremišta za

pohranjivanje tečajeva ( eng. courseware repository ) te kako bi osigurali opisne informacije o skupini sadržaja.

### **3.1.1.6. ARIADNE metapodaci**

Osnovni cilj ARIADNE je promovirati razmjenu i ponovnu upotrebu elektronskog pedagoškog materijala. Kako bi ostvarili ovaj cilj izgradili su svoj Knowledge Pool System, spremište pedagoških dokumenata distribuirano širom Europe sa alatima za indeksiranje i postavljanje upita. Jedna od osnovnih značajki ovih alata je korištena shema metapodataka. Usmjereni su na razvoj sustava metapodataka koji radi u višejezičnom i višekulturalnom okruženju i ne ovisi ni o jeziku originalnog dokumenta koji se indeksira ni o jeziku korištenom za kreiranje metapodataka. Njihova je shema metapodataka bazirana na LOM verziji 3.8, a sami metapodaci su grupirani u sljedeće kategorije:

- opće informacije o obrazovnim resursima
- semantika
- tehničke karakteristike
- uvjeti korištenja
- meta-metapodaci.

### **3.1.1.7. GEM i EdNA metapodaci**

Kao što je već spomenuto GEM-ov glavni cilj je bio pronalazak rješenja za lociranje i objavljivanje obrazovnih resursa dostupnih putem Interneta. Da bi to postigli osigurali su alat, GEMcat koji pomaže dobavljaču sadržaja ( eng. content provider ) u sastavljanju popisa resursa ( eng. cataloging of the resources ) kako bi bili dostupni javnosti. Ovim resursima se tada može pristupiti putem GEM portala ( eng. GEM gateway ). Ovaj proces sastavljanja popisa resursa podržava model metapodataka baziran na Dublin Core i Waldo, a definiran je u suradnji sa IMS-om. Također se razmatra uklapanje u LOM okvir. GEM metapodaci se sastoje od 23 elementa, od kojih 15 obuhvaća Dublin Core, i niza kontroliranih rječnika. 8 područno specifičnih elemenata dodanih DC-u predstavlja informacije važne za nastavnike i poučavatelje kod traženja nastavnog plana i programa ( eng. curriculum ) te obrazovnih materijala. Primjeri uključuju: razred ( eng. Grade ), osnovne resurse ( eng. Essential Resources ) i pedagogiju ( eng. Pedagogy ).

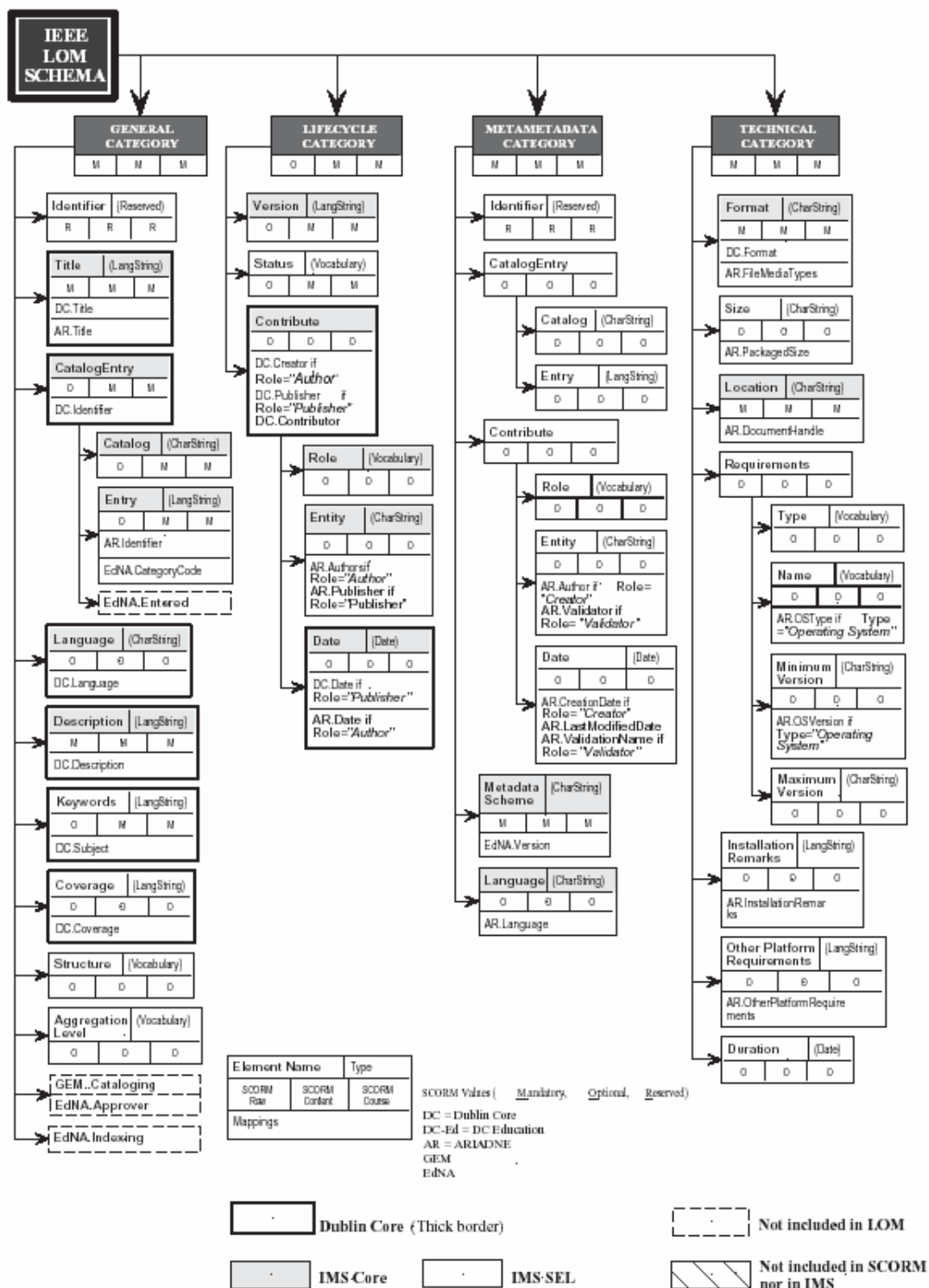
Na isti način EdNA definira shemu metapodataka baziranu na Dublin Core te proširenu sa 8 novih elemenata koji opisuju informacije o klasifikaciji dostupnih resursa. Ovi prijedlozi su usmjereni na konkretan problem: lociranje i dobivanje sadržaja resursa. Njihova uloga u procesu standardizacije nije tako jasna kao u prijašnjim slučajevima.

### **3.1.1.8. Sažetak o obrazovnim metapodacima**

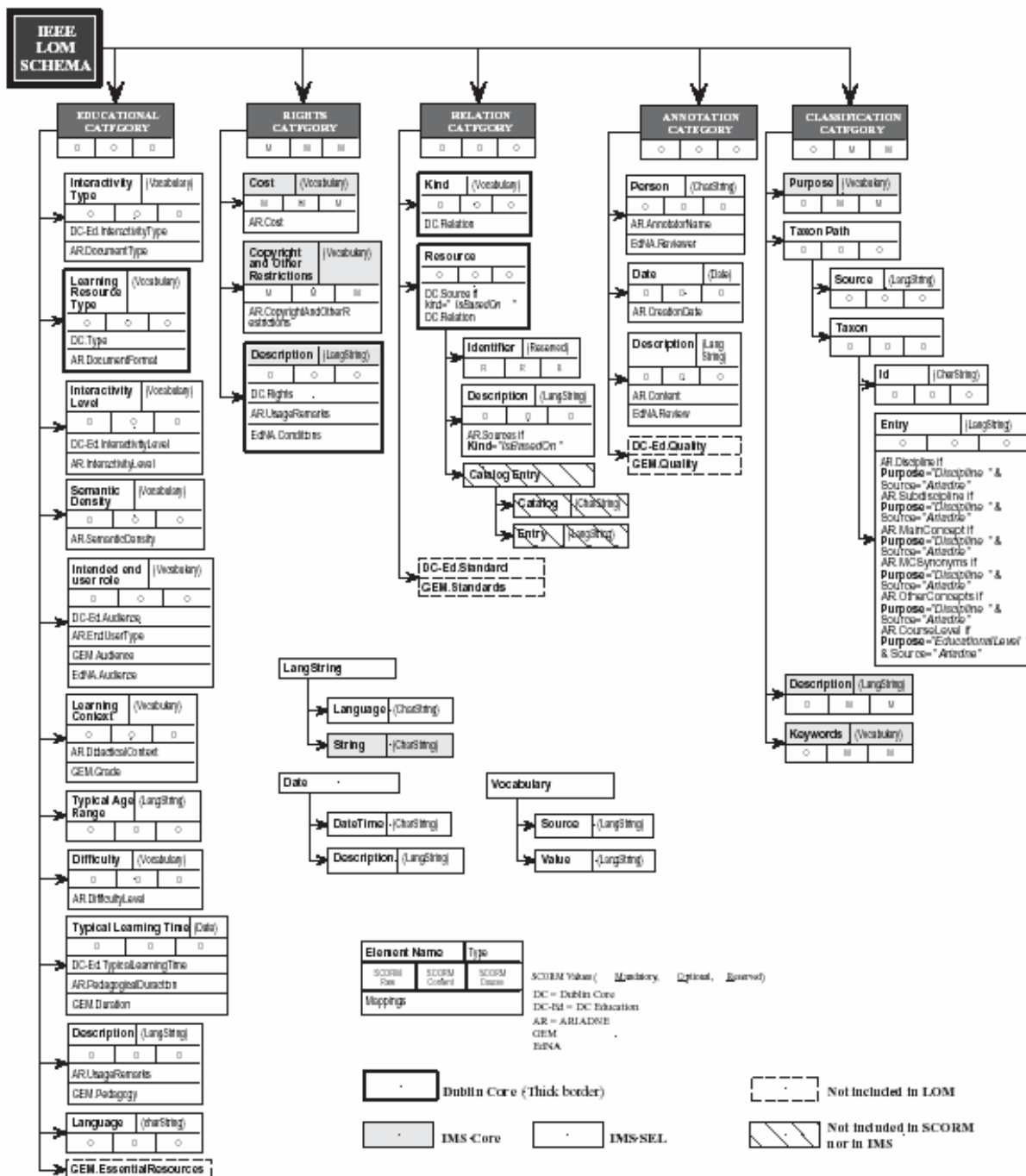
Od verzije 4.0 LOM metapodaci su gotovo nepromijenjeni, a sitne promjene odnose se samo na opis i tip elemenata. Danas ih koriste GESTALT i IMS. Na Slikama 5. i 6. su prikazane sheme obrazovnih metapodataka sa kojima smo se upoznali kroz nekoliko prethodnih paragrafa. Tu se mogu vidjeti usporedbe LOM elemenata sa DC elementima, ARIADNE elementi, GEM i EdNA elementi. Također je prikazan SCORM model koji je predložio ADL kako bi identificirali koje elemente treba koristiti za različite vrste resursa ( neobrađeni medij, sadržaj i tečaj ) te podjela IMS-ovih metapodataka u IMS Core i IMS SEL. Elementi na Slikama 5. i 6. mogu biti sljedeći osnovni tipovi podataka:

- CharString koji predstavlja niz znakova.

- LangString koji se sastoji od dva CharString elementa, jedan za identifikaciju jezika i drugi za opis sadržaja na tom jeziku.
- Date ima CharString element za opis datuma i LangString element za opise vezane uz određeni jezik.
- Vocabulary definira izraze u rječniku kao LangString-ove. Uključuje i dodatni LangString za odabir određenog izraza u tom rječniku.



Slika 5. Obrazovni metapodaci (I)



Slika 6. Obrazovni metapodaci ( II )

### 3.1.2. Organizacija obrazovnih sadržaja ( eng. Educational content organization )

Jedna od posljedica različitosti i nedostatka standardizacije u sustavima za učenje uz pomoć računala je i nedostatak kompatibilnosti među platformama tj. tečajevi razvijeni za određeni sustav ne mogu se lako uklopiti u slične sustave drugih proizvođača. Da stvari budu gore, razvoj sadržaja je zadatak koji iziskuje velik broj pomoćnih sredstava. Čak i kada su okviri predstavljanja sadržaja uobičajeni ( npr. HTML ) prilagodba sadržaja se gotovo uvijek radi ručno kako bi se ti sadržaji uklopili u logiku nove platforme. U većini slučajeva organizacija i

isporuka sadržaja su usko povezane sa logikom platforme. Kako bi se riješila ova situacija posljednjih godina dano je nekoliko prijedloga za olakšanje razmjene sadržaja. Općeprihvaćeni standardi o strukturi sadržaja će dozvoliti pojavu autorskih alata neovisnih o platformi sa odgovarajućim prednostima kako za dobavljače tako i za korisnike obrazovnih sadržaja. Naime, kako bi se tečaj prenio iz jednog sustava u drugi potrebno je prenijeti sve elemente tog tečaja ( lekcije, testovi, simulatori ) zajedno sa pripadajućim metapodacima. S druge strane, na toj novoj platformi moramo ponovno stvoriti strukturu polaznog tečaja. Uobičajeno je da se koncept strukture tečaja povezuje sa hijerarhijskom, statičkom organizacijom elemenata tečaja. Iako je ovo slučaj u mnogim situacijama ( web tečajevi kao elektronske knjige koje ne bilježe prijašnje interakcije korisnika ), mnogi napredniji CBT sustavi imaju značajke koje omogućuju prilagodbu strukture tečaja studentovim interakcijama. Primjerice, mnogi sustavi podržavaju definiciju preduvjeta za pristup nekim sadržajima tečaja. U tom slučaju struktura tečaja se mijenja dinamički ovisno o studentovim aktivnostima. Najvažnije prijedloge o strukturi tečaja definirali su AICC i DoD-ova ADL inicijativa sa kojima ćemo se detaljnije upoznati u nastavku. Također ćemo opisati format koji je predložio IMS, a koji je uključen u Content Packaging Specification. Ovaj format je prikladan za sustave kojima nedostaju odgovarajuće značajke za upravljanje složenim dinamičkim strukturama. Važno je istaknuti da ovi standardi samo predlažu formate koji će omogućiti razmjenu tečajeva među različitim platformama. Drugim riječima, prilagodba standardu znači samo da odgovarajuća platforma ima sposobnost prilagodbe svoje unutrašnje strukture standardu i obratno. Međutim, standardi strukture tečaja ne rješavaju u potpunosti problem razmjene sadržaja.

### 3.1.2.1. AICC-ove Computer Managed Instruction ( CMI ) smjernice za interoperabilnost

AICC-ov odbor za učenje uz pomoć računala pridonio je standardizaciji strukture tečaja svojim Smjernicama za interoperabilnost ( Guidelines for Interoperability ). Prema AICC-u dijelovi tečaja koji se mogu prenositi kako bi definirali strukturu tečaja definirani su kao elementi strukture (eng. structure elements ). Postoje dva tipa elemenata strukture:

- Jedinice pridruživanja ( eng. assignable units ), najmanji obrazovni elementi koji se mogu prezentirati studentu ( npr. HTML stranica, simulacija, test ).
- Blokovi ( eng. blocks ) koji grupiraju jedinice pridruživanja i druge blokove.

Postoji još jedan element, a to je cilj ( eng. objective ) koji se koristi za definiciju uvjeta tečaja. Jedinice pridruživanja, blokovi i ciljevi su elementi tečaja ( eng. course elements ).

Ova specifikacija je neovisna o broju elemenata strukture tečaja tj. moguće je dodati neograničeni broj blokova strukturi. Unatoč tome, AICC je ponudio referentnu strukturu sa 10 razina ( Slika 7. ).

RAZINA	IME	OPIS
1	Curriculum	Skup srodnih tečajeva.
2	Course	Cjelokupna jedinica poučavanja. Tečaj općenito predstavlja ono što student treba znati kako bi izvršio niz vještina ili savladao određenu količinu znanja.
3	Chapter	Smisljena podjela tečaja. Skup podpoglavlja ili lekcija. Poučavanje koje se odnosi na pojedinačne naslove ili značajke.
4	Subchapter	Smisljena podjela poglavlja. Skup lekcija ili modula.

5	Module	Logični skup lekcija ( jedna ili više ). Smisljena podjela tečaja, poglavlja ili podpoglavlja.
6	Lesson/Assignable Unit	Smisljena podjela učenja koja je rezultat studentovih stalnih napora. Onaj dio učenja između predviđenih pauza. Obično traje od 20 do 60 minuta. ILI Skup naredbi koje kontrolira jedan izvršni računalni program. ILI Jedinica poučavanja koja je logična podjela podpoglavlja, poglavlja ili tečaja.
7	Topic	Logična podjela lekcije.
8	Sequence	Dio CBT lekcije gdje veliki dio prikazanih slika ostaje nepromijenjen dok lekcija napreduje. Svaka studentova interakcija ili aktivnost vezana uz lekciju ima vizualni preljev ( eng. visual carry-over ) iz prethodne aktivnosti ( visual inertia ). Sekvenca su obično razdvojene praznim ekranom.
9	Frame/Screen	Smisljena vizualna predodžba i svaka interakcija vezana uz nju. Sadržaj jedne CBT prezentacije koja se pojavi u jednom trenutku tijekom lekcije.
10	Object	Dio ekrana ili okvira. Jednostavni objekti mogu biti grafički, tekstualni ili logički. Grafički i tekstualni objekti imaju attribute prikaza, a logički attribute ponašanja.

Slika 7. AICC referentna struktura

AICC-ove preporuke o strukturi tečaja dopuštaju dizajnerima tečaja specifikaciju složenog dinamičkog ponašanja tečaja definirajući preduvjete pristupa koji mogu ovisiti o stanju drugih elemenata ili završenom stupnju. Primjerice, jednostavni preduvjet za pristup drugoj lekciji može biti kompletno izvršenje prve lekcije. Slika 8. prikazuje 6 stanja koja AICC definira za elemente tečaja. AICC smjernice definiraju format skupa datoteka u kojima su pohranjene statičke i dinamičke strukture tečaja koji je prenesen sa određenog e-learning sustava na drugi. Slika 9. prikazuje odnose ovih datoteka sa njihovim tipovima i odgovarajućim sadržajima. Kada se ove datoteke prenesu na drugu kompatibilnu platformu, tečaj se lako može ponovno kreirati.

STANJE	OPIS
Prolaz ( eng. Pass )	Student je savladao odgovarajući element. Podrazumijeva se potpuno izvršenje.
Potpuno izvršenje ( eng. Complete )	Student ima iskustvo sa svim segmentima elementa. On/ona je možda prošao. Sustav može donijeti procjenu o tome da li je student prošao temeljem njegovih rezultata.
Pad ( eng. Fail )	Student je završio element ali on/ona nije postigao ocjenu potrebnu za prolaz.
Nepotpuno izvršenje ( eng. Incomplete )	Student nije prošao kroz sve segmente elementa. Element je započet, ali nije završen.
Bez pokušaja (	Nepotpuno izvršenje podrazumijeva da je student pokušao izvršiti



eng. Not Attempted )	element, ali iz nekog razloga ga nije bio sposoban završiti. Bez pokušaja znači da student nije niti započeo taj element.
Pregledano ( eng. Browsed )	Student je pregledao element koristeći Browse opciju sustava u početnom pokušaju.

Slika 8. Stanja elemenata tečaja

NAZIV	SADRŽAJ	TIP
Tečaj ( eng. Course )	Osnovne informacije o tečaju uključujući tekstualni opis.	Grupa/Ključna riječ
Opisnik ( eng. Descriptor )	Sustav je generirao identifikatore ( ID ), naslove i opise svakog elementa tečaja: jedinice pridruživanja ( eng. assignable unit ), blokovi, ciljevi i složeni ciljevi.	Tablica
Jedinica pridruživanja ( eng. Assignable Unit )	Informacije o svakoj jedinici pridruživanja uključujući podatke potrebne za pokretanje jedinice.	Tablica
Struktura tečaja ( eng. Course Structure )	Tablica statičke strukture tečaja.	Tablica
Odnosi ciljeva ( eng. Objectives Relationships )	Prikazuje veze ( ako postoje ) svakog cilja tečaja sa ostalim ciljevima, blokovima, jedinicama pridruživanja.	Tablica
Preduvjet ( eng. Prerequisite )	Tablica preduvjeta. Prikazuje preduvjete za pristup svakoj jedinici pridruživanja.	Tablica
Zahtjevi izvršenja ( eng. Completion Requirements )	Tablica izvršenja. Prikazuje zahtjeve za izvršenje svakog bloka ili složenog cilja čije izvršenje ne može biti određeno zadanom vrijednošću.	Tablica

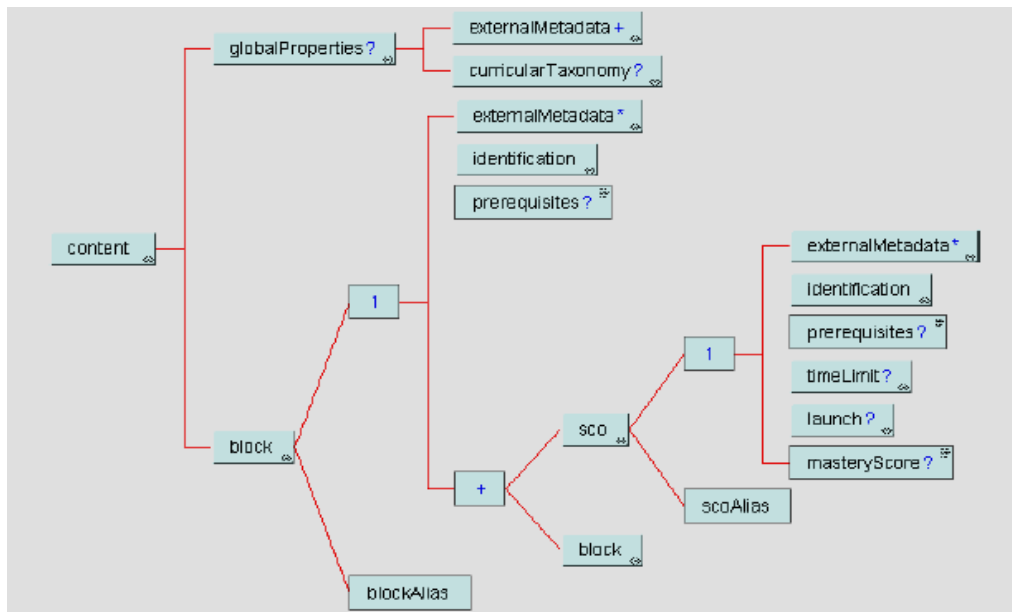
Slika 9. Datoteke koje specificiraju strukturu tečaja

### 3.1.2.2. ADL SCORM Content Structure Format

ADL inicijativa definirala je Content Structure Format ( CSF ) kao dio SCORM referentnog modela. Namjera CSF-a je osobama koje oblikuju sadržaje osigurati načine za spajanje obrazovnih resursa u nedjeljive jedinice znanja, primijenjene strukture i pripadnih obrazovnih taksonomija, kako bi struktura i ponašanje bili prezentirani na isti način u heterogenim okruženjima. ADL-ov CSF je nastao iz AICC-ovog modela te je proširen kako bi uključio dodatne značajke koje su prikladnije za web orijentirana okruženja. Prva verzija CSF-a uključivala je sve elemente i semantiku prisutne u AICC modelu. Međutim, neki od ovih elemenata bili su odbačeni nakon nekoliko pokusnih implementacija jer nisu bili upotrijebljeni. Zaključeno je da bi uklanjanjem tih elemenata moglo doći do međusobnog približavanja različitih standardizacijskih organizacija. Među odbačenim elementima su ciljevi i zahtjevi izvršenja. Također su ponovno definirani neki dijelovi semantike. Najvažnija promjena bila je ponovna definicija pojma CSF. U početku je značio Course Structure

Format, a od verzije 1.1 CSF predstavlja Content Structure Format. Ovo govori da preporuke nisu primjenjive samo na kompletne tečajeve, nego i na podskupove tečajeva ili grupe tečajeva. Također su promijenili pojam Assignable Unit ( iz AICC-ove terminologije ) u Sharable Content Object ( SCO ), zadržavajući njegovo značenje. Slika 10. prikazuje XML DTD za glavne elemente uključene u tekuću CSF verziju. CSF elementi su podijeljeni u dvije grupe:

- Opća svojstva ( eng. Global Properties ), sadrže podatke o sveukupnom sadržaju učenja.
- Blok ( eng. Block ), definira strukturu skupine sadržaja učenja.



Slika 10. Grafički prikaz CSF-ovog DTD-a

### 3.1.2.3. IMS Organization

Kao dio svojih Content Packaging preporuka, IMS odbor je definirao format Organization za specificiranje uređenja obrazovnih resursa. Ovaj format pomaže u definiciji statičke strukture cjelokupnog tečaja ili njegovih specifičnih dijelova ( modul ili blok ), ali uz pomoć njega ne možemo definirati dinamičko ponašanje. Zajedno sa IMS-ovim prijedlogom o pakiranju sadržaja moguće je oblikovati kompletan tečaj, uključujući pripadne metapodatke, u jednu datoteku. Ova datoteka može uključivati i druge organizacije tečaja bazirane na bilo kojem podržanom modelu, ali je preporučljivo da bar jedna bude definirana koristeći Organization. Na ovaj način je osigurano da će IMS kompatibilni sustavi tečajeva razumjeti kako su strukturirani resursi uključeni u paket.

### 3.1.3. Profili i zapisi učenika ( eng. Learner profiles and records )

Uz ostale funkcionalnosti ugrađene u CBT sustave, oni bi trebali upravljati i informacijama o svojim studentima. Ove informacije dolaze iz tri različita izvora: osobne informacije ( adresa i telefonski broj ), računalne odrednice ( operacijski sustav, mreža, konfiguracija radne površine ) i akademske informacije ( završeni tečajevi, ocjene ). Glavne institucije uključene u proces standardizacije su dio svojih napora usmjerile na definiciju modela podataka o studentu ( eng. student data model ). Ovaj model osigurava okvir za definiciju studentovih karakteristika na strukturiran način. Model podataka o studentu također će olakšati razmjenu

informacija o studentu među različitim platformama različitih institucija. Osim modelom studenta, obrazovni sustavi upravljaju i drugim strukturama koje također uključuju informacije o studentu. Obrazovni proces je obično organiziran sa grupama studenata, prema danom rasporedu. Drugim riječima, dostupne informacije o studentu definiraju individualne studentove karakteristike, ali opisuju i veze između studenata te veze studenata sa drugim agentima. Kao i u drugim aplikacijama gdje se upravlja osobnim podacima javljaju se problemi sigurnosti i privatnosti. Osim toga, informacije o studentu trebale bi biti prikladne različitim grupama ljudi koji pristupaju tim informacijama: samim studentima, profesorima, onima koji upravljaju tim informacijama, obitelji, javnosti. Kroz sljedećih nekoliko paragrafa kratko ćemo se upoznati sa najznačajnijim prijedlogom u ovom području: LTSC-ova Public and Private Information ( PAPI ) specifikacija. Također ćemo predstaviti pristup IMS-ovog odbora upravljanju informacijama o studentu koji se sastoji od specifikacija profila i grupnih specifikacija te GESTALT-ov doprinos vrlo sličan IMS-ovom.

### 3.1.3.1. LTSC Public and Private Information ( PAPI )

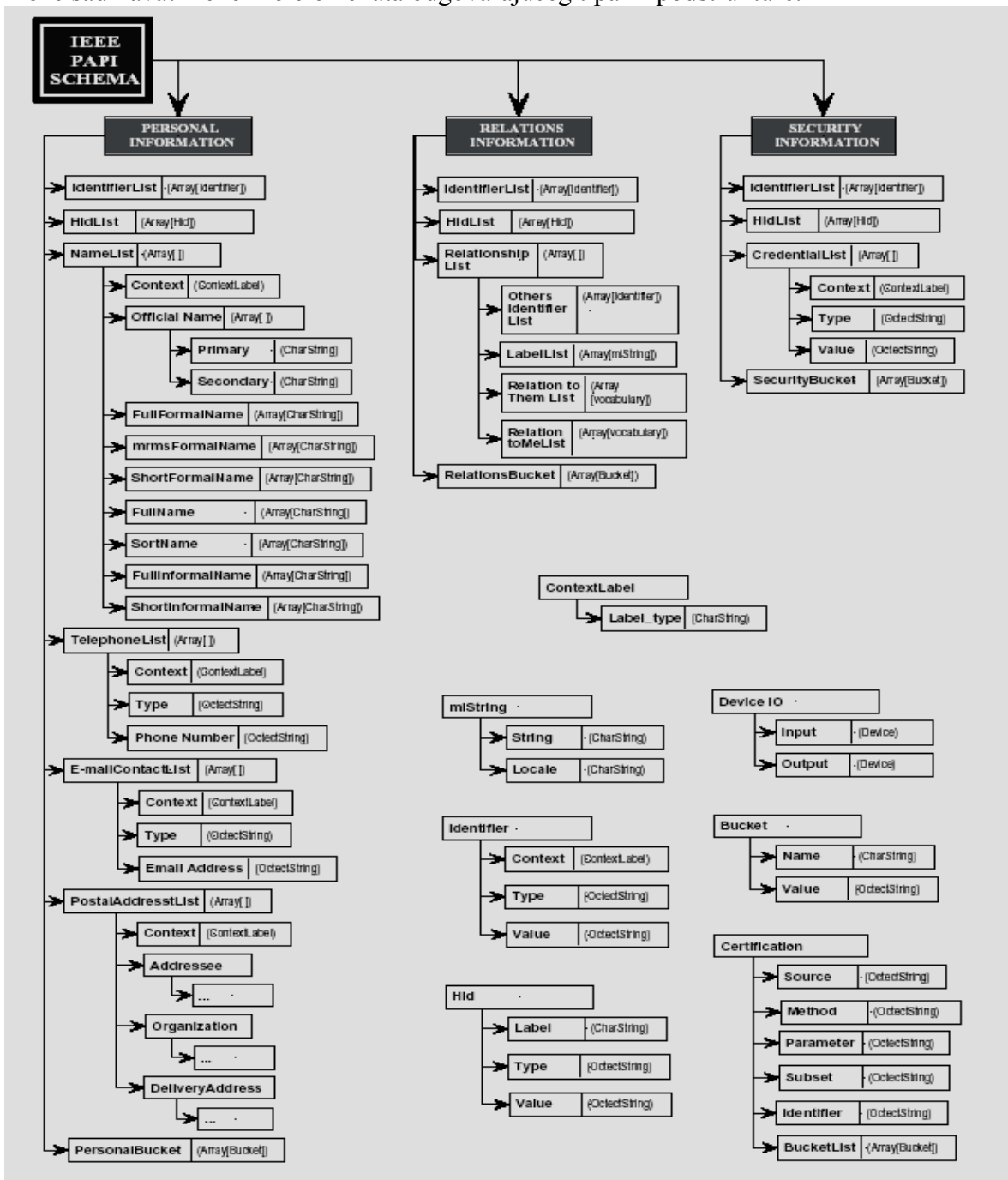
PAPI definira sintaksu i semantiku studentovog modela informacija koji je organiziran oko skupa potpuno definiranih zapisa. PAPI je zamišljen kao temelj modela učenja ( eng. Learning Model ) u kojem će se sakupljati sve informacije potrebne za opisivanje studenta. IEEE-ov cilj je promovirati ovu specifikaciju do statusa IEEE standarda. Na taj način dobit će se model informacija o studentu koji je prenosiv, implementacijski neovisan i općeprihvaćen. Međutim postoje neki aspekti koji nisu do kraja definirani. Naime, PAPI je usmjeren samo na informacije koje su direktno vezane za proces učenja, a dodaci koji uključuju druge vrste informacija ( npr. medicinske ) nisu razmotreni. Također nisu definirani ni aspekti vezani uz implementaciju kao što su obrada i pohranjivanje zapisa. Profil studenta je podskup svih informacija o studentu kojima se može upravljati, a koje se odnose na studenta kao pojedinca. PAPI specificira profil koji uključuje osobne informacije, veze, sigurnosne podatke, odrednice, ocjene i izvršene zadatke i zaduženja. Navedene grupe elemenata prikazane su na Slici 11. Grupe sigurnost učenika ( eng. Learner Security ) i učenikove veze ( eng. Learner Relation ) tek su nedavno dodane PAPI modelu.

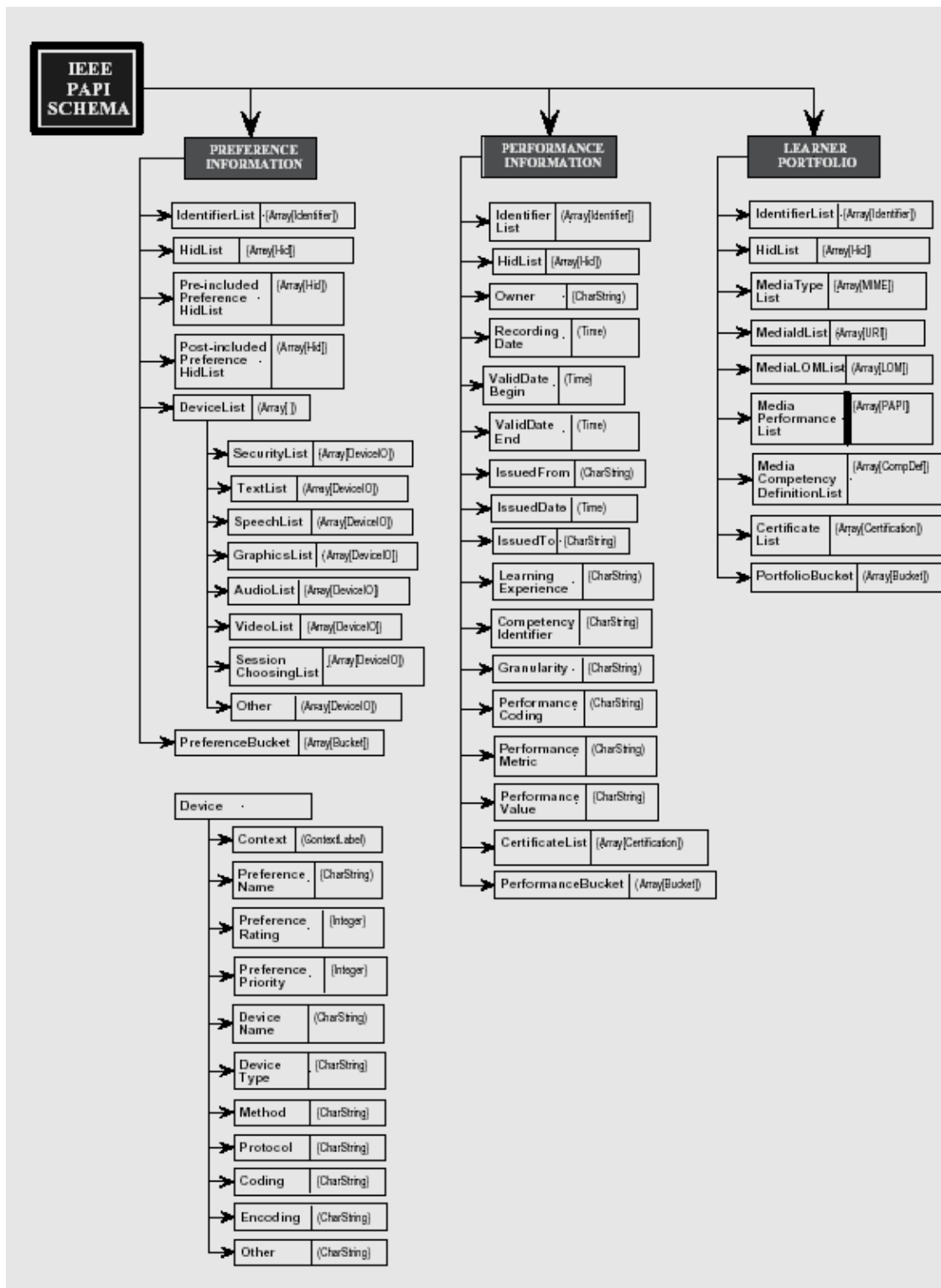
NAZIV	OPIS
Osobne informacije ( eng. Personal )	Opisuje osobne informacije. Sastoji se od elemenata kao što su ime, adresa, telefonski broj, e-mail i vezani su prvenstveno za administraciju. Ovim informacijama može pristupiti samo student ili akademska organizacija.
Odrednice ( eng. Preference )	Sadrži informacije o studentovim odrednicama u interakciji sa platformom učenja: sigurnosne procedure, preferirani multimedijalni formati, mogućnosti korisničkog sučelja.
Informacije o postignućima ( eng. Performance )	Sadrži informacije o studentovim ocjenama i detaljima vezanim uz ocjenjivanje.
Portfolio ( eng. Portfolio )	Reprezentativna zbirka studentovih postignuća koja je namijenjena prikazivanju studentovih mogućnosti. Stvaraju je sami studenti kako bi pokazali svoje mogućnosti i iskustva.
Informacije o vezama ( eng. Relations )	Opisuje veze između studenta i drugih agenata kao što su učitelji, mentori i drugi studenti. Ove informacije su dostupne samo drugim obrazovnim agentima.
Sigurnosne	Definira elemente kojima student potvrđuje svoj identitet: lozinke,

informacije (eng. Security)	sigurnosna pitanja, javni i privatni ključevi. Ove informacije su privatne izuzev javnih dijelova privatnih/javnih ključeva.
-----------------------------	--

Slika 11. PAPI grupe elemenata

Za svaki od 6 navedenih tipova informacija, PAPI opisuje niz korisnih najčešće implementiranih elemenata. PAPI ne opisuje sve moguće informacije o učeniku već samo one potrebne kako bi se zadovoljili svi funkcionalni zahtjevi obrazovnih aplikacija. Iz tog razloga je i zamišljen kao model sa mogućnošću prenošenja i proširivanja. Što se tiče LOM-a, ova specifikacija je opisana koristeći ISO/IEC 11404, a trenutno je u razvoju i XML verzija. Slike 12. i 13. prikazuju elemente koji čine PAPI specifikaciju. Uključeni su i nazivi svih elemenata te njihov osnovni tip. Neki elementi su specificirani kao "Array[]" ( niz ) što znači da element može sadržavati nekoliko elemenata odgovarajućeg tipa ili podstrukture.





Slika 12. i 13. PAPI elementi ( I ) i ( II )

### 3.1.3.2. IMS Profile i IMS Enterprise

IMS slijedi dva pravca u upravljanju informacijama o studentu koja nisu potpuno odvojena. Naime, postoje određena preklapanju u ovim aspektima, a biti će riješena u budućim verzijama ovih specifikacija. S jedne strane oni rade na definiciji modela studentovog profila u okviru IMS Profile inicijative. Oni definiraju informacije o učeniku ( eng. Learner

Information ) kao "skup informacija o učeniku ( pojedincu ili grupi učenika ) ili autoru obrazovnih sadržaja ( kreator, dobavljač ili prodavač )". The Learner Information Packaging ( LIP ) specifikacija organizira obrazovne informacije u 11 kategorija ( Slika 14. ).

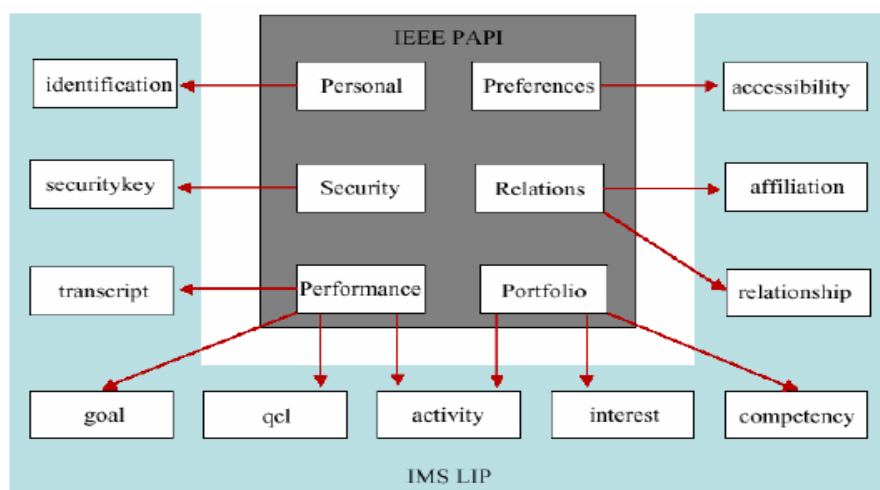
NAZIV	OPIS
Identifikacijske informacije ( eng. Identification )	Sadrži sve podatke potrebne za određenog pojedinca ili organizaciju.
Informacije o pristupu ( eng. Accessibility )	Spoznajne, tehničke i fizičke odrednice učenika, njegovi nedostaci i prednosti te jezične mogućnosti. One opisuju učenikove mogućnosti interakcije sa obrazovnim okruženjem.
Informacije o priznanjima ( eng. qcl )	Kvalifikacije, uvjerenja i dozvole dodijeljene učeniku ( prethodno prepoznati produkti učenikovog rada i učenja ).
Informacije o aktivnostima ( eng. Activity )	Obrazovanje, poučavanje i druge učenikove aktivnosti.
Informacije o ciljevima ( eng. Goal )	Osobni ciljevi i želje.
Informacije o sposobnostima ( eng. Competency )	Vještine koje posjeduje učenik.
Informacije o interesima ( eng. Interest )	Hobiji i druge rekreativne aktivnosti.
Informacije o postignućima ( eng. Transcript )	Sadrži sažetak zapisa o akademskim postignućima na toj instituciji.
Informacije o pripadnosti ( eng. Affiliation )	Sadrži informacije o pripadnosti učenika nekim organizacijama.
Sigurnosne informacije ( eng. SecurityKey )	Služi za pohranjivanje lozinki i sigurnosnih kodova koji se koriste za komunikaciju s učenikom.
Informacije o vezama ( eng. RelationShip )	Pohranjuje opise veza među ostalim osnovnim strukturama.

Slika 14. LIP kategorije elemenata

IMS LIP uključuje rezultate IEEE-ove PAPI specifikacije. Njihova povezanost je prikazana na Slici 15.

IMS je osmislio povezivanje sa XML-om koje sadrži sve elemente LIP specifikacije, a za provjeru prilagodbe dostupan je DTD. IMS LIP je kompatibilan sa IETF vCard specifikacijom koja sadrži tradicionalne identifikacijske podatke kao i podatke za kontaktiranje ( ime, adresa, telefonski broj ). Također uključuje elemente kao što su slike, logotip tvrtke, zvučne trake itd. Svi vCard elementi mogu biti sadržani u XML LIP instanci. IMS također radi i na definiciji standardnih struktura kako bi osigurali interoperabilnost među sustavima koji pripadaju istoj organizaciji ili poduzeću. Ova inicijativa pod imenom IMS Enterprise dopunjuje prije spomenutu IMS Profile specifikaciju. Dok IMS Profile osigurava podršku za karakterizaciju studenta, IMS Enterprise je posvećen opisivanju informacija potrebnih za upravljanje studentima unutar obrazovnih sustava. IMS Enterprise pokušava osigurati interoperabilnost u različitim obrazovno orijentiranim procesima: zadržavanje osobnog profila, grupno upravljanje, upravljanje učlanjivanjem i obrada konačnih rezultata.

Ovaj model sadrži tri modela podataka ( Slika 16. ): pojedinac ( eng. Person ), grupa ( eng. Group ) i članovi grupe ( eng. GroupMembership ).



Slika 15. Usporedba IMS LIP i IEEE PAPI

NAZIV	OPIS
Pojedinac ( eng. Person )	Elementi koji opisuju pojedinca ( PAPI Learner Personal ).
Grupa ( eng. Group )	Elementi koji opisuju grupu ( razred, laboratorijske grupe ) i njezine unutarnje i vanjske odnose. Postoji mnogo tipova grupa koje se mogu razmjenjivati između sustava. Najčešći tipovi grupa vezani su za tečajeve, programe poučavanja i akademske programe.
Član grupe ( eng. GroupMembership )	Definira članstvo za pojedinca ili grupu. Posjeduje elemente za definiranje uloga, svojstava grupe te ažuriranja grupe.

Slika 16. IMS Enterprise objekti

### 3.1.3.3. GESTALT Extended PAPI ( EPAPI ) i Unit Object Model ( UOM )

Kao i IMS i GESTALT je razvio dvije specifikacije koje se odnose na upravljanje korisničkim podacima: EPAPI koja je namijenjena definiciji profila studenata i UOM koja se odnosi na upravljanje grupom i definiciju obrazovnih jedinica. EPAPI je, ustvari, XML implementacija PAPI specifikacije prilagođena potrebama GESTALT-a. Temelji se na PAPI verziji 5.0 koja ima samo četiri grupe informacija: osobne informacije ( eng. Personal ), odrednice ( eng. Preferences ), informacije o postignućima ( eng. Performance ) i portfolio ( eng. Portfolio ). Osnovna struktura EPAPI specifikacije je grupa osobnih informacija, koja ima identifikator ( ID ), plus još pet dodatnih grupa: informacije o kontaktiranju ( eng. Contact ), postignućima ( eng. Performance ), vještinama ( eng. Skills ), ulogama ( eng. Role ) i portfolio ( eng. Portfolio ). Grupe informacija o kontaktiranju i ulogama nadopunjuju PAPI Learner Personal, dok grupa informacija o vještinama i portfolio nadopunjuju PAPI Learner Portfolio. EPAPI ne sadrži grupu odrednica ( eng. Preferences ). GESTALT također koristi vCard specifikaciju za definiciju osobnih podataka studenta.

UOM opisuje obrazovne jedinice kao entitete koji povezuju ciljeve učenja, zahtjeve pristupa, grupe studenata, učitelje, tutore i planiranje procesa učenja. Na taj način, ovaj model dopušta specifikaciju svih agenata uključenih u proces učenja i njihovih veza. Međutim, UOM ne osigurava elemente za definiciju načina na koji se grupe formiraju od određenih studenata.

### 3.1.4. Ostali standardi

#### 3.1.4.1. Procjena studenta

Najznačajniji prijedlog o procjeni studenata je Question & Test Interoperability ( Q&TI ) specifikacija koju je predložio IMS odbor. Osnovni cilj ove specifikacije je omogućiti sustavima ( posebno Internet orijentiranim sustavima ) razmjenu upita ( prijašnjih Item-a ) i testova ( prijašnjih Assessment-a ). Specifikacija se sastoji od četiri dokumenta:

- The InformationModel koji osigurava konceptualnu definiciju strukture osnovnih podataka i iznosi teoretski okvir za Q&TI koristeći UML.
- The XML Binding koji opisuje implementaciju informacijskog modela u XML-u.
- The Best Practice & Implementation Guide koji pomaže autorima alata koji implementiraju Q&TI specifikaciju.
- The QTILite Specification koji opisuje najjednostavniji oblik Q&TI-a koji se sastoji od podskupa značajki i funkcionalnosti potpune Q&TI specifikacije.

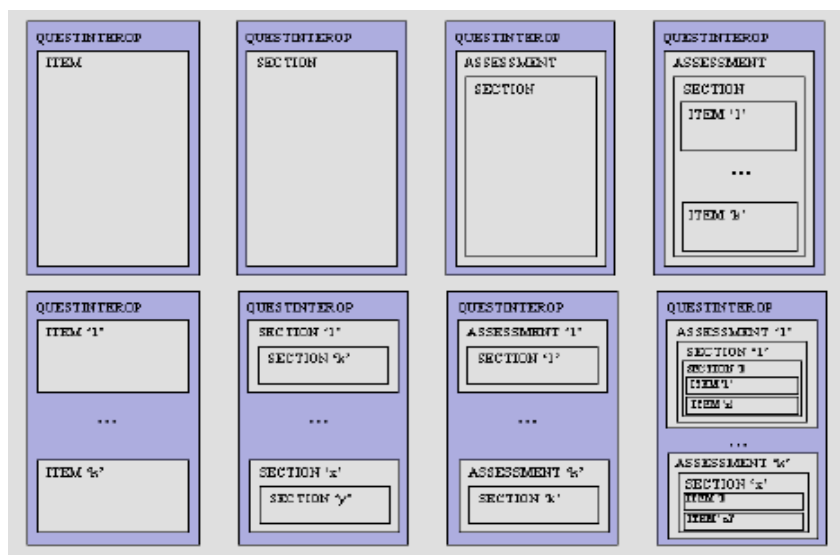
Cilj posljednje specifikacije je pojednostavniti proces postizanja interoperabilnosti upita. Ona predstavlja dio potpune specifikacije u smislu da QTILite podržava samo upite višestrukog izbora i ograničava ih na samo jedan točan odgovor. Q&TI specifikacija sadrži skup značajki koje omogućuju razmjenu više različitih tipova upita i brojne dodatne elemente za održavanje korisničkih osobina. Strukturirana je tako da je jednostavno prikazati kako jednostavne testove tako i složene materijale za vrednovanje. Struktura osnovnih podataka definiranih u Q&TI prikazana je na Slici 17.

NAZIV	OPIS
Element ( eng. Item )	Osnovni kompletni pitanje/odgovor blok unutar kojeg se nalaze individualna pitanja. Elementi sadrže sve podatke potrebne za sastavljanje, prikazivanje i ocjenjivanje pitanja te dobivanje povratne informacije.
Odlomak ( eng. Section )	Spremište skupine odlomaka i elemenata koji imaju zajednički cilj.
Procjena ( eng. Assessment )	Osnovni test ili skup pitanja koji sadrži jedan ili više odlomaka.

Slika 17. Datoteke koje specificiraju strukturu tečaja

Specifikacija dopušta prijenos individualnih pitanja, kao i nekoliko upitnika u jednoj strukturi podataka. Slika 18. prikazuje pripadnu strukturu logičkih podataka u nekim scenarijima.





Slika 18. Osnovni Q&TI objekti za razmjenu podataka

The Information Model specifikacija uključuje odabranu klasifikaciju tipova odgovora ( Slika 19. ). IMS-ov tip odgovora može biti:

- osnovni ( eng. basic ), koji sadrži samo jedan tip odgovora
- složeni ( eng. composite ), koji se odnosi na odgovore koji služe kao spremište za pododgovore.

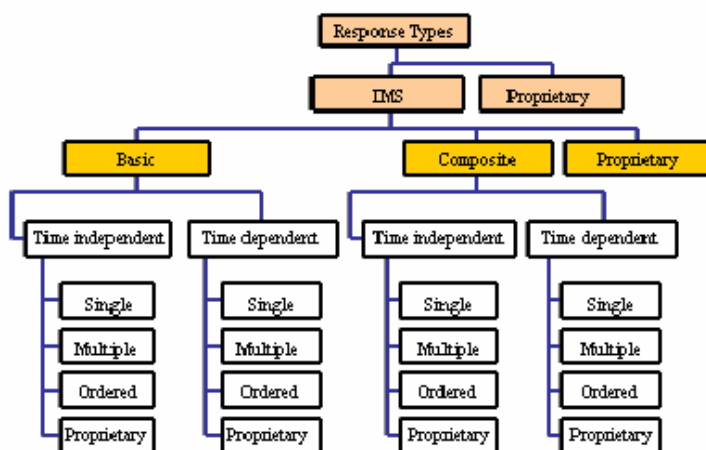
Taksonomije za osnovni i složeni tip odgovora su jednake.

U sljedećoj podpodjeli razlikujemo:

- tipove odgovora ovisne o vremenu ( eng. time dependent ), kod kojih je vrijeme utrošeno na odgovor bitan faktor i mora se točno izmjeriti
- tipove odgovora neovisne o vremenu ( eng. time independent ), kod kojih vrijeme nije bitno.

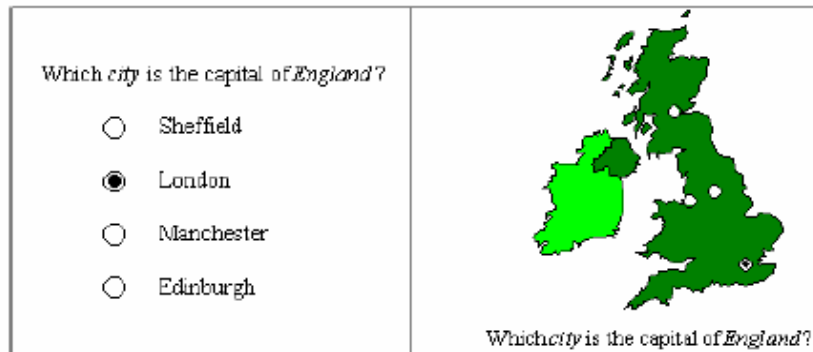
Unutar ove podpodjele sljedeća kategorija odnosi se na broj akcija koje zahtijevamo od korisnika:

- jedna akcija ( Single ),
- jedna ili više akcija ( Multiple ),
- jedna ili više akcija, s važnošću redoslijeda odabira tih akcija ( Ordered ).



Slika 19. Q&TI taksonomija tipova odgovora

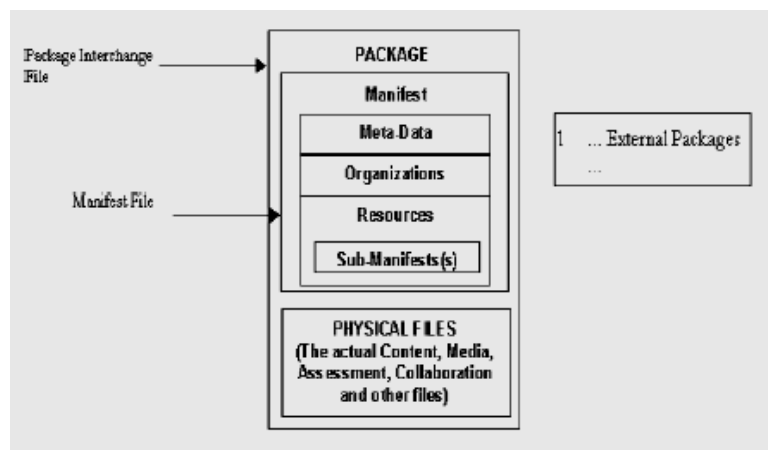
Za svaku od ovih klasifikacija postoji izvjestan broj tipova odgovora i za svaki tip odgovora postoji jedan ili više načina prikazivanja tog odgovora. Primjer ovakvog višestrukog prikazivanja pokazan je na Slici 20. Naime, u ova dva primjera postavljeno je isto pitanje ( "Koji je glavni grad Engleske?" ), ali je prikazano u dva različita oblika. Prvi nudi listu tekstualnih odgovora koji sa lijeve strane imaju "radio buttons" , dok je drugi oblik grafički sa označenim tzv. vrućim točkama ( eng. hot-spots ).



Slika 20. Dva formata pitanja

### 3.1.4.2. Pakiranje i oblikovanje sadržaja

Potreba za razmjenom obrazovnih resursa među sustavima za učenje i autorskim alatima potakla je razvoj formata i procedura za pakiranje sadržaja. Kako bi se omogućio prijenos tečajeva među različitim sustavima, potrebno je definirati jedinstveni entitet ( file ) koji će sadržavati sve obrazovne sadržaje zajedno sa informacijama o strukturi i pripadnim metapodacima. Osim toga, formati pakiranja sadržaja trebali bi biti neovisni o tipu sadržaja. Drugim riječima, trebali bi dopuštati oblikovanje odvojenih resursa, dijelova tečaja koji mogu stajati samostalno i izvan konteksta tečaja, kompletnog tečaja ili čak skupine tečajeva. Trenutno najznačajniji prijedlog u ovom području objavio je IMS odbor. IEEE LTSC također je osnovao radnu grupu, pod nazivom The Content Packaging Working Group, koja se bavi ovim problemima, a uskoro se očekuju i njihovi prvi rezultati. The Content Packaging specifikacija IMS-ovog odbora definira informacijski model koji se temelji na skupu struktura podataka kako bi se osigurala interoperabilnost sadržaja u Internet okruženju. Ključni element u ovom modelu je paket ( eng. package ), prikazan na Slici 21.



Slika 21. IMS paket ( eng. package )

Paketi se sastoje od dva osnovna elementa. Prvi element je objava ( eng. manifest ) tj. XML dokument koji opisuje oblikovane sadržaje i njihovu organizaciju dok drugi element čine stvarni obrazovni sadržaji, opisani u objavi ( npr. web stranice, medijske datoteke, tekstualne datoteke, objekti procjene ili druge skupine podataka u obliku datoteke ).

Objava uključuje:

- metapodatke ( XML element koji opisuje objavu kao cjelinu )
- organizaciju ( XML element koji opisuje nijedan, jedan ili više statičkih načina organizacije obrazovnih resursa za prezentaciju )
- resurse ( ovaj dio sadrži sve reference za stvarne resurse ili medijske elemente potrebne za objavu, uključujući metapodatke koji opisuju te resurse, reference na sve vanjske datoteke i elemente podobjave koji mogu imati jednu, nijednu ili više logično uklopljenih objava ).

Opseg objave je fleksibilan. Paket uvijek sadrži jednu objavu najviše razine koja opisuje paket kao cjelinu, ali ona sama može sadržavati jednu ili više podobjava vezanih za dio cjelokupnog sadržaja unutar tog paketa. Paketi se mogu interpretirati kao logični direktoriji koji sadrže datoteku objave ( eng. manifest file ), sve dokumente kontrole formata za tu objavu ( DTD, XDR, XSD ) i skup poddirektorija koji će sadržavati pakirane datoteke. Kada se ovaj direktorij sažme u jednu datoteku ( .zip, .jar ili .cab datoteke ), arhiva koju dobijemo kao rezultat zove se Package Interchange File.

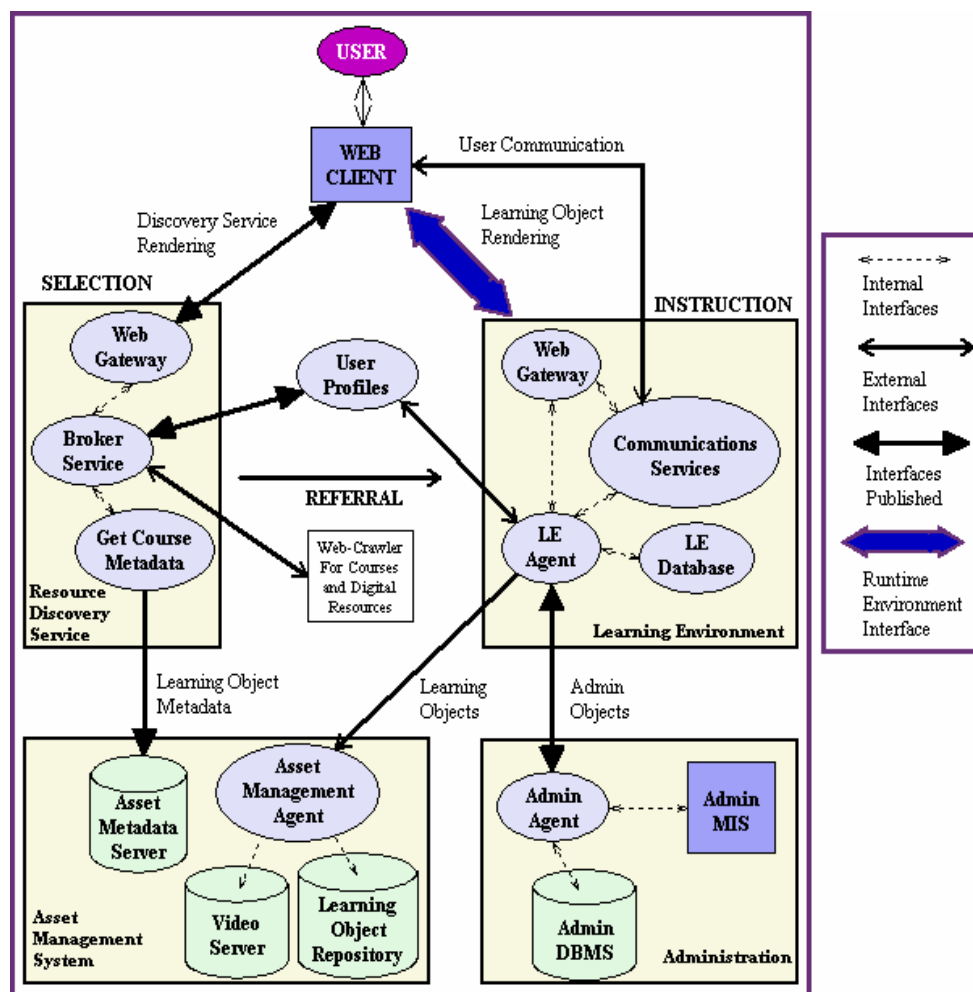
### **3.2. Druga razina standardizacije. Uobičajene komponente programske podrške i otvorena arhitektura.**

Na ovoj razini standardi definiraju očekivano ponašanje programskih komponenti odgovornih za upravljanje objektima učenja u on-line okruženjima. Samo su neke od prije spomenutih institucija razvile arhitekturu koja sadrži uobičajene komponente za opća okruženja za učenje. Razlikujemo tri osnovne kategorije sustava za učenje:

- Educational Delivery systems: programski produkti ili paketi koji olakšavaju isporuku sadržaja ili podržavaju pristup web-u, ali nisu nužno namijenjeni mjerenju postignuća ili administrativnim zadacima. Primjeri ovakvih sustava su Placeware Auditorium i Centra's Conference.
- Computer-managed Instruction ( CMI ) systems: programski produkti koji uključuju isporuku obrazovnih sadržaja za tečajeve te osiguravaju ugrađene alate za mjerenje rezultata i izvještavanje o napretku pojedinca ili grupe studenata. Primjeri ovakvih sustava su Blackboard's product i WebCT.
- Learning Management systems ( LMS ): programski produkti koji osiguravaju učenike sa pregledom njihovog cjelokupnog aktivnog rada na tečaju u nizu koji uključuje nekoliko tečajeva. Pojam LMS se odnosi na cijeli scenarij učenja uključujući suradnju, lociranje obrazovnih resursa itd. Primjeri ovakvih sustava su Docent Enterprise, ISOPIA i Knowledgesoft Enterprise.

Prijedlozi na ovoj razini standardizacije su ili čisto konceptualni modeli ili konkretna sučelja sustava za učenje uz pomoć računala. IEEE LTSC Architecture and Reference Model radna grupa objavila je u studenom 2001. godine devetu skicu Learning Technology Systems Architecture ( LTSA ) koja predstavlja konceptualni model. Za razliku od toga, postoje dva osnovna prijedloga za konkretnu arhitekturu i komponente programske podrške u distribuiranim e-learning sustavima. Prvi i značajniji prijedlog dolazi od GESTALT projekta u kojem se identificira arhitektura za on-line platforme za učenje. Ta arhitektura temelji se na

funkcionalnoj arhitekturi i referentnom poslovnom modelu. GESTALT-ov prijedlog ( Slika 22. ) uključuje komponente iz prethodnih ACTS projekata GAIA, Renaissance i Prospect.



Slika 22. Programska sučelja GESTALT projekta

Arhitektura uključuje okruženje za učenje, administracijski sustav, sustav za upravljanje svojinom ( eng. asset ), servis za profile korisnika i servis za otkrivanje resursa. Identificirani su i poslovni objekti koji čine sučelja.

Drugi projekt započeo je IMS 1997. godine te definira model sustava i arhitekturu okruženja za učenje. Međutim, projekt je ubrzo prekinut jer su smatrali da je važnije prvo definirati model podataka i informacija kojima će takve arhitekture upravljati. Od tada je IMS aktivan član na prvoj razini standardizacije e-learning-a.

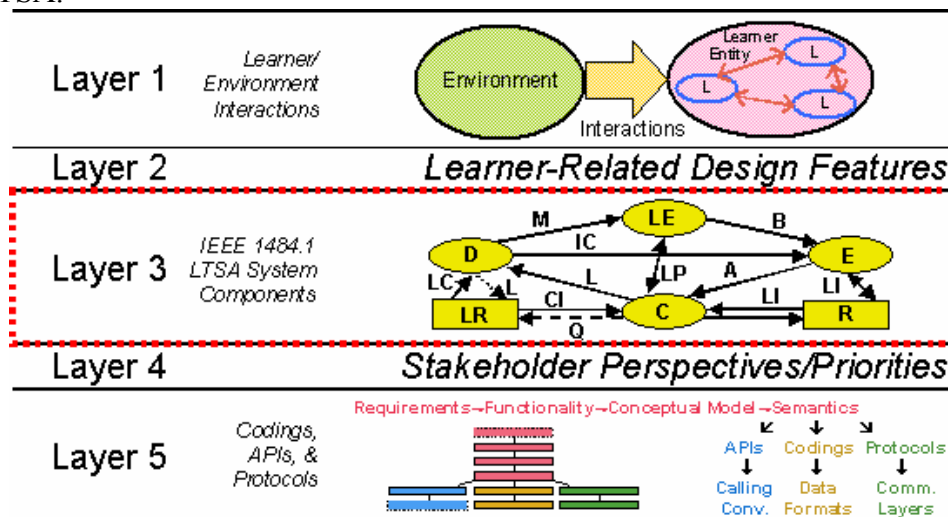
Kritične komponente u obrazovnim sustavima su okruženja u stvarnom vremenu ( eng. runtime environments ) odgovorna za isporuku objekata učenja studentima i praćenje njihovog napretka. U početku je bilo teško ili čak nemoguće prenijeti objekte učenja sa jedne obrazovne platforme na drugu. Kako bi se izbjegla ovakva ovisnost trebao bi postojati uobičajeni način za komunikaciju objekata učenja te isporuku i upravljanje standardiziranim modelom podataka. ADL inicijativa definirala je Runtime Environment, baziran na "AICC CMI Guidelines for Interoperability" specifikaciji, kao dio svog SCORM modela. Taj model uključuje specifične protokole za pokretanje objekata učenja, Application Programming Interface ( API ) i model podataka koji definira komunikaciju u stvarnom vremenu među objektima učenja te komponente za upravljanje istima.

### 3.2.1. The Learning Technology System Architecture

The Learning Technology System Architecture ( LTSA ) se razvila unutar IEEE-ovog LTSC-a i odgovara konceptualnom modelu primjenjivom na široki raspon scenarija za učenje. Općenito, svrha razvoja arhitekture sustava je u razumijevanju određenih vrsta sustava, njihovih podsustava i odnosa sa srodnim sustavima. Arhitektonski okvir ( eng. architectural framework ) ponuđen u ovom standardu ne odnosi se na specifične detalje implementacijskih tehnologija ( npr. programski jezici, autorski alati, operacijski sustavi ) potrebne za kreiranje komponenti sustava. Standard identificira ciljeve ljudskih aktivnosti i računalnih procesa te njihove uključene kategorije znanja. Namjera LTSA je osigurati osnovu za razumijevanje današnjih i budućih obrazovnih sustava. Također kroz standardizaciju sučelja promovira interoperabilnost i prenosivost.

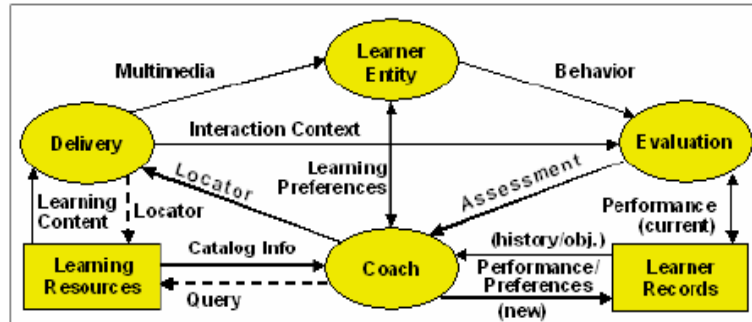
LTSA je opisana kroz pet razina, a svaka od njih se odnosi na obrazovni proces na različitim apstraktnim nivoima:

- Learner and Environment Interactions se odnosi na najopćenitije funkcionalnosti sa gledišta informacijske tehnologije.
- Learner-Related Design Features. Na razvoj nižih razina arhitekture utječu potrebe učenika i priroda ljudskog učenja. Ljudi su nepouzdana, dinamični, različiti, nepredvidljivi i samosvjesni učenici.
- System Components . Opisuje arhitekturu temeljenu na komponentama koje su uočene na prethodnoj razini.
- Implementation Perspectives and Priorities se odnosi na specijalni problem oblikovanja: perspektiva, izgled ili podskup koji se odnosi na nižu razinu oblikovanja.
- Operational Components and Interoperability – kodiranja, Application Program Interfaces ( API ), protokoli. Ova razina osigurava pregled načina kako se LTSA može povezati sa tehničkim standardima i razvojnog procesa koji stvara i usklađuje tehnički rad. Specifikacija stvarnih standarda kodiranja, API-a i protokola je izvan dosega LTSA.



Slika 23. LTSA arhitektura

Metodologija korištena za razvoj ove arhitekture i njenih pet razina temelji se na Yourdon systems analysis metodologiji. Jedina obavezujuća razina je treća ( Slika 24. ) u kojoj se definiraju komponente sustava dok su ostale razine informativne.



Slika 24. Treća razina LTSA modela

Sistemske komponente LTSA identificiraju kritična interoperabilna sučelja za obrazovne sustave (eng. learning technology system). Model komponenti LTSA sastoji se od procesa, sustava za pohranjivanje i tokova podataka. Procesi su apstrakcije koje definiraju svojstva i dinamiku agenata i aktivnosti vezane za obrazovanje. Standardizirani procesi su: Learner, Evaluation, Coach i Delivery.

1. Learner (učenik) predstavlja stvarnog učenika, pojedinca ili cijelu grupu učenika koji uče samostalno ili zajednički.
2. Evaluation (vrednovanje) proces koristi Interaction Context kako bi osigurao kontekst ponašanja (eng. Behavior) Learner-a i odredio odgovarajuću procjenu. Ovaj proces stvara Assessment (procjena) informacije i šalje ih Coach-u (trener). Evaluation proces kreira Performance informacije koje pohranjuje u Learner Records (zapis o učeniku).
3. Delivery (isporuka) proces može transformirati informacije dobivene putem Learning Content (obrazovni sadržaj) u prezentacije koje se mogu isporučiti Learner-u putem Multimedia-e.
4. Coach (trener) proces kontrolira sve procese učenja. Također pridružuje Preferences Learner-u. Coach može primiti trenutnu Assessment informaciju od procesa Evaluation i Performance informacije od Learner Records kao podršku procesu donošenja odluka za odabir budućih obrazovnih sadržaja i načina učenja. U skladu sa trenutnim Assessment informacijama i prijašnjim Performance informacijama, Coach može slati upite Learning Resources u potrazi za prikladnim obrazovnim sadržajima. Na kraju on šalje odgovarajuće pokazivače (plan učenja, pokazivači na sadržaj) procesu Delivery.

Razlikujemo dva sustava za pohranjivanje: Learner Records i Learning Resources.

1. Learner Records pohranjuje informacije o tome kako je Learner izvršio svoje zadatke. Te informacije se mogu dobiti od Evaluation procesa (ocjene pojedinih lekcija) ili od Coach-a.
2. Learning Resources komponenta može pohraniti prikaze znanja (eng. representations of knowledge), prezentacije, priručnike (eng. tutorial), alate, eksperimente, laboratorije i druge materijale za učenje.

Tokovi podataka (eng. information flows) uspostavljaju veze između procesa i/ili sustava za pohranjivanje. Od identificiranih tokova svaki ima svoju ulogu: Behavior prenosi podatke o napretku učenika, Assessment informacije i procedure procjene, Performance informacije vezane za Learner-ovo izvršavanje zadataka, Preferences specifične potrebe i sklonosti, Query, Catalog Info i Locator informacije o sadržajima i procesu traženja kako bi se locirali sadržaji, Learning Content, Multimedia, Interaction Context i Learning Context obrazovne sadržaje iz baze znanja.

Prema tome, predložena arhitektura definira konceptualni model uočavanjem osnovnih komponenti općeg obrazovnog sustava. Ova shema može se odnositi na bilo koji sustav za učenje čak i ako veza između komponenti nije jedan na jedan. Na primjer, većina dostupnih CBT ( Computer-based training ) sustava u istoj komponenti inkorporira sustav vrednovanja, isporuke i trenera, iako su to konceptualno različite komponente.

### **3.2.2. Posredovanje ( eng. brokerage ) u obrazovnim sustavima**

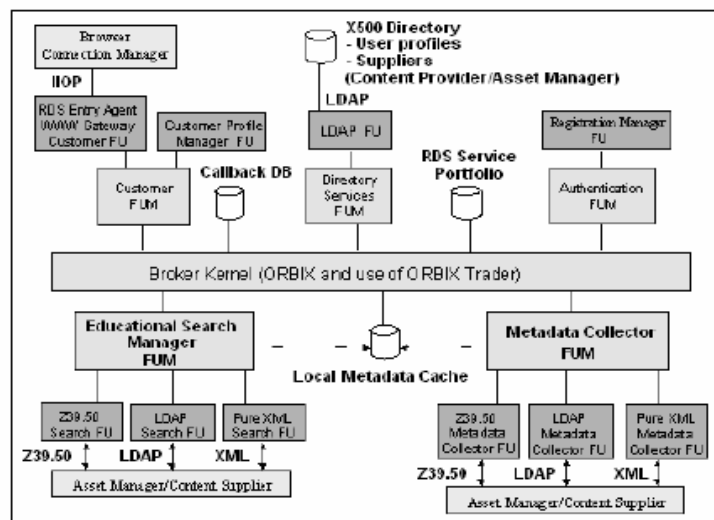
Učinkoviti servisi za pretraživanje i lociranje obrazovnih sadržaja su ključni aspekti distribuiranih, otvorenih obrazovnih sustava za učenje uz pomoć računala. U današnjem Internet okruženju, klasični pretraživači kao što su Yahoo!, Altavista ili Excite ne podržavaju distribuirano obrazovanje uz pomoć računala na prikladan način. Novi pristup pronalaženju resursa, s kojim ćemo se upoznati u nastavku, a koji je baziran na konceptu posredovanja ( eng. brokerage concept ), će osigurati bolju uslugu. Posredovanje obogaćuje tradicionalne servise za pretraživanje nabavom, distribucijom i objavljivanjem resursa i savršeno se prilagođava scenariju sa više neovisnih dobavljača sadržaja ( eng. content provider ). Na taj način klijenti će moći locirati, odabrati i pristupiti dobavljačima sadržaja na brz i učinkovit način. Također, posredovanje će osigurati pogodnosti dobavljačima sadržaja jer će nuditi podršku za trgovanje, posluživanje korisnika, dostavu sadržaja pa čak i računovodstvo. Osim u obrazovanju, posredovanje se može primijeniti i na druge servise kao što su dobivanje informacija ili elektronsko trgovanje. Kroz sljedećih nekoliko paragrafa upoznat ćemo se sa najznačajnijim doprinosima u posredovanju obrazovnim resursima za koje su zaslužne institucije i organizacije koje se bave standardizacijom obrazovanja uz pomoć računala.

#### **3.2.2.1. GESTALT**

Unutar GESTALT inicijative postoji servis za posredovanje obrazovnim resursima koji olakšava korisnicima odabir tečajeva i prikladnih institucija za pristup tim tečajevima. Ovaj servis se zove Resource Discovery Service ( RDS ) i temelji se na GAIA arhitekturi. The Generic Architecture for Information Availability ( GAIA ) je osmislila Advanced Communication Technology and Services ( ACTS ) inicijativa unutar European Commission's fourth framework programa. Njen glavni cilj je definirati arhitekturu za pristup informacijama i elektronsko posredovanje kako bi se osiguralo pretraživanje i lociranje usluga i informacija, lociranje dobavljača sadržaja, kvaliteta usluge, održavanje isporuke i ugovaranja cijene te upravljanje ovjerovljenjem, objavom i plaćanjem. Glavni rezultati ovog projekta izneseni su u GAIA Standard-u, uključujući referentni model i funkcionalnu arhitekturu za posredovanje koja podržava mjerljivost i različitost sadržaja i formata. GAIA referentni model definira četiri različita sudionika: korisnik ( eng. customer ), posrednik ( eng. broker ), dobavljač ( eng. supplier ) i pomoćnik ( eng. helper ). Korisnici pristupaju GAIA poslužitelju kako bi pronašli i locirali informacije i produkte. GAIA poslužitelj nudi nekoliko alata za pomoć korisniku pri pretraživanju. Posrednici imaju ulogu sučelja između korisnika i dobavljača. Oni osiguravaju korisnike sa servisima i produktima u skladu sa njihovim potrebama. Također pronalaze i osiguravaju informacije o cijeni, uvjetima isporuke itd. Dobavljači preko posrednika osiguravaju korisnike sa informacijama. Oni opisuju svoje usluge i produkte posrednicima kako bi ih učinili dostupnim za korisnike. Pomoćnici osiguravaju dodatne usluge i podršku kao npr. ovjerovljenje, upravljanje plaćanjem i sigurnost razmjene. GAIA referentni model definira i četiri različite akcije koje se mogu izvršavati u sustavu: pretraživanje ( eng. search ), lociranje ( eng. locate ), naručivanje ( eng. order ) i isporuka ( eng. deliver ).

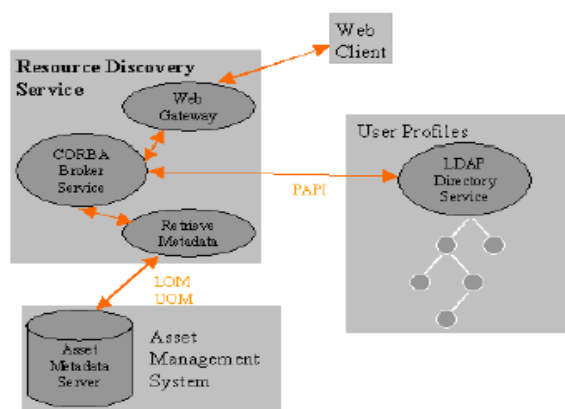
- Pretraživanje se događa kada korisnik zatraži od posrednika da mu pronade neke proizvode ili servise. Rezultat ove akcije je popis jedinstvenih identifikatora produkata ili servisa koji zadovoljavaju korisnikove potrebe.
- Lociranje se događa kada korisnik zatraži od posrednika koordinate produkta ili servisa. Za to korisnik navodi jedinstveni identifikator željenog resursa, a kao rezultat dobiva popis jedinstvenih identifikatora adrese resursa zajedno sa informacijama o uvjetima isporuke, cijeni itd.
- Naručivanje započinje kada korisnik zatraži locirani resurs. Ova akcija prolazi kroz dvije faze: dogovaranje ( eng. negotiation ) i kupnja ( eng. purchase ).
- Proces završava isporukom. Ovom akcijom posrednik dostavlja pronađene proizvode.

GESTALT RDS ( Resource Discovery Service ) servis ( Slika 25. ) informira korisnike o dostupnim tečajevima i modulima svih registriranih institucija. Slijedeći koncepte i arhitekturu GAIA projekta, RDS je sastavljen od CORBA kompatibilnog posrednika i dodatnih komponenti za lociranje tečajeva. Međutim, GESTALT ne podržava akcije vezane za naručivanje i isporuku tečajeva.



Slika 25. RDS arhitektura

Slika 26. prikazuje vezu između RDS-a i ostalih komponenti sustava.



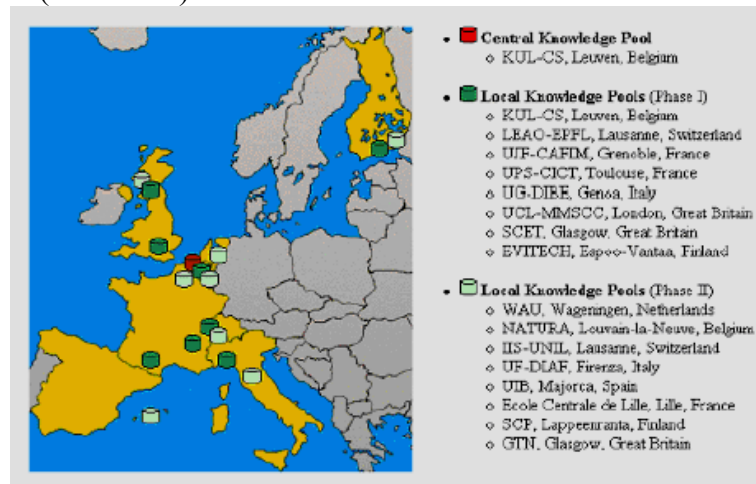
Slika 26. Integracija RDS servisa u GESTALT



RDS se može kontaktirati putem Web Gateway-a ( računalo ili uređaj za povezivanje dvaju sustava koji se koriste različitim protokolima, pretvorbom jednog skupa protokola u drugi ). Učenici koriste dostupne posredničke servise kako bi otkrili postojanje obrazovnih resursa. Također je moguće ograničiti pretraživanje korištenjem osobnog profila. Informacije o korisnikovom profilu razmjenjuju se korištenjem PAPI specifikacije putem LDAP servisa za direktorije. RDS razmjenjuje metapodatke s Asset Management Service ( AMS ) koji osigurava pristup vrednovanim obrazovnim resursima te ih objavljuje RDS-u. Ovom servisu se pristupa preko Asset Metadata Server-a, a to je baza podataka koja sadrži opise obrazovnih resursa metapodacima.

### 3.2.2.2. ARIADNE Knowledge Pool System ( KPS )

ARIADNE Knowledge Pool System (KPS) je dio projekta o lociranju resursa, a sadrži pedagoške elemente ( eng. Pedagogical Elements - PE ). Svaki PE se sastoji od pedagoškog dokumenta ( eng. Pedagogical Document - PD ), u kojem se stvarno nalaze obrazovni sadržaji, i pedagoškog zaglavlja ( eng. Pedagogical Header - PH ), koje opisuje pridruženi PD koristeći LOM metapodatke ( verzija 3.8 ). Informacije o PD-u opisane u PH-u organizirane su u četiri kategorije: opći, tehnički, semantički i pedagoški aspekti. Svaka kategorija sadrži skup atributa koji se koriste za indeksiranje. Tehnički gledano, KPS je implementiran kao sustav za upravljanje relacijskom bazom podataka ( eng. relational database management system - RDBMS ) kako bi mogao upravljati pedagoškim elementima. Ovaj RDBMS podržava pretraživanje elemenata, upravljanje razmjenom, višekorisnički pristup i stvaranje sigurnosnih kopija. Relacijski pristup je pogodno rješenje za upravljanje tekstualnim podacima u pedagoškim zaglavljima. Međutim, kada je KPS oblikovan, relacijskim sustavima je nedostajala prikladna podrška za multimedijalne informacije i kao posljedica toga pedagoški dokumenti su se pohranjivali u klasične datotečne sustave. No, razvoj do potpunih relacijskih sustava već je isplaniran i dogodit će se čim relacijske baze podataka osiguraju potrebnu podršku. Kako bi se poboljšala kvaliteta usluge KPS sustava, implementiran je kao distribuirani sustav ( Slika 27. ).



Slika 27. Distribucija KPS-a

Centralni poslužitelj se nalazi u Leuvenu, Belgija, dok su ostali lokalni poslužitelji ( Local Knowledge Pools, LKP ) raspoređeni širom Europe na institucijama koje sudjeluju na projektu. Kako bi se osigurala dosljednost u distribuiranim okruženjima i što bolje iskoristili dostupni pohranjeni resursi, definirane su tri kategorije pedagoških elemenata u skladu s mogućnošću stvaranja kopija:

- Standardni pedagoški elementi ( eng. Standard PE ), kojima se može pristupiti sa bilo koje lokacije. Pripadajuća pedagoška zaglavlja dostupna su na lokalnom poslužitelju gdje su prvi put predstavljena, a njihove kopije se nalaze na centralnom poslužitelju i svim lokalnim poslužiteljima. Kopije pedagoških dokumenata nalaze se na centralnom poslužitelju i onim lokalnim poslužiteljima koji su zainteresirani za odgovarajuće sadržaje.
- Ograničeni pedagoški elementi ( eng. Restricted PE ), koji nisu dostupni svima. Shema stvaranja kopija slična je onoj za standardne pedagoške elemente, ali lokalni poslužitelji zainteresirani za dani sadržaj mogu kopirati pedagoški dokument jedino ako su prethodno zatražili odgovarajuće dozvole.
- Lokalni pedagoški elementi ( eng. Local PE ), koji su dostupni samo na odgovarajućem lokalnom poslužitelju. Oni se ne kopiraju.

Pretraživanje sadržaja temelji se na unaprijed definiranim upitima, koji kao parametre koriste vrijednosti korisničkih atributa ( opće, tehničke, semantičke, pedagoške ).

### 3.2.2.3. GEM i EdNA pristupi posredovanju obrazovnim resursima

Cilj GEM i EdNA projekata bio je osigurati alate za pretraživanje i pribavljanje obrazovnih resursa dostupnih na Internetu. U oba slučaja, dobavljači resursa bi trebali opisati svoje obrazovne resurse koristeći sheme metapodataka definirane kao dopuna DC-u ( Dublin Core ). Međutim, GEM planira svoju shemu metapodataka učiniti kompatibilnom LOM-u. Što se tiče GEM projekta, metapodaci mogu biti ugrađeni u dokumente kao meta oznake ( eng. meta-tags ) ili biti dostupni kao samostalne HTML datoteke. GEM popisivač ( eng. catalogue ) je odgovoran za donošenje odluka o tome koji će novopredloženi resursi biti dostupni putem GEM sustava. Za katalogiziranje novih dokumenata koristi se GEM alat za katalogiziranje, GEMcat, koji omogućava lak način stvaranja GEM metapodataka za nove dokumente.

EdNA osigurava uređivač metapodataka ( EdNA Metadata Editor ) za umetanje metapodataka u HTML dokumente. Za razliku od GEM-a, EdNA ograničava predstavljanje novih resursa na samo neke imenovane institucije i pojedince. Što se tiče ARIADNE KPS-a, informacije su pohranjene u relacijskoj bazi podataka, ali u ovom slučaju informacije se čuvaju u jednom centralnom poslužitelju. Upiti vraćaju zapise o izvorima sa dostupnim metapodacima: naslov, opis, ključne riječi, format, podaci, jezik, adresa itd.

### 3.2.3. Okruženja u stvarnom vremenu

Osnovni uvjet za podržavanje ponovne upotrebe ( eng. reuse ) obrazovnih sadržaja je jasno razdvojiti sadržaje i logiku koja upravlja tim sadržajima tj. njihovo okruženje u stvarnom vremenu ( eng. runtime environment ). Glavni zadaci okruženja u stvarnom vremenu su isporuka sadržaja studentu, podržavanje interakcije između sadržaja i studenta i donošenje odluke o tome koji će sljedeći sadržaj biti dostavljen studentu ovisno o statičkoj i dinamičkoj strukturi tečaja te studentovim prijašnjim akcijama. Kako bi se olakšala ponovna upotreba, logika koja to osigurava trebala bi biti jasno odvojena od drugih obrazovnih resursa kao što su multimedijalni elementi ili programski moduli odgovorni za druge zadatke ( npr. prijenos sadržaja ). AICC i DoD ADL dali su najvažnije prijedloge za okruženja u stvarnom vremenu. Dostupna dokumentacija od ovih institucija nudi specifičnu terminologiju za gore spomenute odvojene aspekte. Primjerice, AICC definira okruženja u stvarnom vremenu kao Computer Managed Instruction ( CMI ) sustave dok se pojmovi Computer-Based Training ( CBT ) sustavi, lekcije ili jedinice pridruživanja ( eng. Assignable Unit – AU ) koriste za identifikaciju sadržaja koji se dostavljaju studentu. S druge strane, ADL inicijativa preferira pojam Learning Management System ( LMS ) za definiciju okruženja u stvarnom vremenu, a

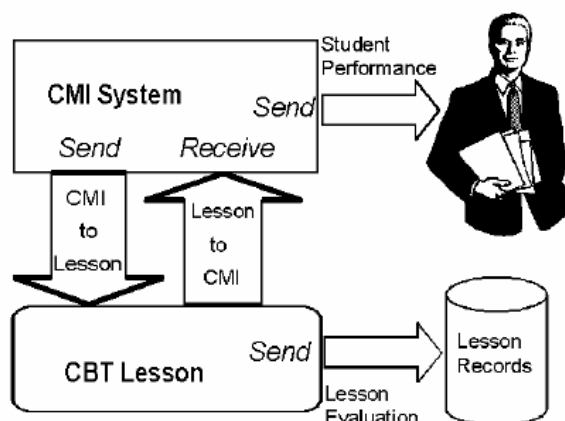
Sharable Content Objects ( SCO ) za individualne jedinice koje se dostavljaju studentu. U svakom slučaju, ponovna upotrebljivost obrazovnih resursa povezana je s uobičajenim načinom za pokretanje obrazovnih sadržaja, uobičajenim mehanizmom za komunikaciju između obrazovnih sadržaja i LMS-a ili CMI-a i sa ponovno definiranim rječnikom kao osnovom komunikacije. Ova tri aspekta se razmatraju unutar okruženja u stvarnom vremenu. Uobičajeni način za pokretanje obrazovnih sadržaja je "mehanizam lansiranja" ( eng. Launch mechanism ) koji definira procedure i odgovornosti za uspostavljanje komunikacije između isporučenog sadržaja i CMI/LMS-a. Kad se uspostavi komunikacija mora postojati jasno definirana procedura za razmjenu informacija. Komunikacija između CMI/LMS-a i obrazovnih sadržaja odvija se preko sučelja koje standardizira komunikacijske protokole osiguravanjem metoda putem kojih će LMS dobiti informacije o stanju obrazovnih sadržaja ( početno, završno itd. ) i putem kojih će se razmjenjivati podaci između LMS-a ili CMI-a i obrazovnih sadržaja. Standardnu listu elemenata koji se koriste za karakterizaciju informacija koje se razmjenjuju ( npr. stanje obrazovnih sadržaja ) definira model podataka ( eng. Data Model ). Kako bi osigurali ponovnu upotrebljivost i interoperabilnost obrazovnih sadržaja, autori CMI/LMS sustava trebali bi korektno implementirati mehanizam za pokretanje obrazovnih sadržaja i sučelje, dok autori obrazovnog sadržaja moraju osigurati pravilnu upotrebu danog sučelja zajedno sa modelom podataka tijekom razvoja sadržaja. Definicije okruženja u stvarnom vremenu prošle su kroz nekoliko faza razvoja tijekom proteklih godina. U početku, dok su sustavi za učenje uz pomoć računala bili još nepovezani, AICC je definirao komunikacijsko sučelje temeljeno na datotekama MS-DOS operacijskog sustava. Poslije, u suradnji sa ADL inicijativom, nastaje komunikacijsko sučelje temeljeno na HTTP protokolu. Ovo novo sučelje je očito namijenjeno TCP/IP mrežama. Konačno je ovaj model dalje poboljšan do Application Program Interface-a ( API ) kako bi se odvojila okruženja u stvarnom vremenu od razina protokola.

### 3.2.3.1. AICC Computer Managed Instruction ( CMI )

AICC je iznio nekoliko razloga za odvajanje CMI-a od CBT-a. Naime, prihvaćanje novih CMI sustava za dostavu novih sadržaja je skupocjen proces, kao i troškovi održavanja više CMI sustava. Također, CMI sustavi obično određuju korisničko sučelje. Dobavljači obrazovnih resursa preferiraju skupnu predodžbu ( eng. corporate image ) neovisnu o ponuđenim sadržajima. Nadalje, CMI sustav koji najbolje odgovara potrebama organizacije ne mora nužno osiguravati i prave sadržaje tečaja i obratno. U slučaju potrebe za novim sadržajima bilo bi poželjno integrirati ih u već dostupnu platformu. U ovakvoj situaciji, AICC smatra da bi trebali postojati standardi koji bi omogućili prijenos tečajeva sa danog sustava na novi, uključujući strukturu tečajeva, kriterije upravljanja i sadržaje. Također bi i komunikacija između CMI-a i lekcija te način na koji se upravlja informacijama o studentu trebali biti standardizirani. Zbog svoje nezavisnosti CMI ima glavnu ulogu u postizanju interoperabilnosti sa CBT sustavima različitih proizvođača. AICC definira tri tipa informacija koje se prenose između CMI i CBT sustava:

- Podaci koji su potrebni CBT sustavu za započinjanje lekcije, a koje bi trebao osiguravati CMI sustav.
- Podaci koje bi CBT sustav trebao dostaviti CMI sustavu kako bi odlučio koji će sljedeći sadržaji biti dostavljeni i kako bi sačuvao informacije o studentovim aktivnostima.
- Podaci za procjenu studenta koje generira CBT sustav, a obrađuje CMI sustav.

Slika 28. prikazuje tokove podataka prema AICC standardu.



Slika 28. CBT-CMI interakcija u AICC okruženjima u stvarnom vremenu

Okruženja u stvarnom vremenu temeljena na datotekama ( eng. File-based Runtime Environment )

Kao što smo već spomenuli, AICC je definirao okruženja u stvarnom vremenu temeljena na datotekama gdje se sva komunikacija između obrazovnih sadržaja ( jedinice pridruživanja ) CMI sustava odvija prijenosom datoteka pohranjenih na disku ili disketi. Ne postoje zahtjevi za lokalnim pohranjivanjem, CMI sustav odlučuje gdje će datoteke biti pohranjene. Komunikacija između CMI sustava i lekcije je dvosmjerna: CMI sustav šalje informacije lekciji o tome kada je pokrenut ( CMI-to-CBT datoteka ), a lekcija šalje informacije CMI sustavu o svom završetku ( CBT-to-CMI datoteka ). Sintaksa i semantika za ove datoteke čine model podataka ( eng. Data Model ). CMI-to-CBT datoteku mora kreirati CMI sustav neposredno prije pokretanja CBT sustava i mora sadržavati sve potrebne podatke za započinjanje lekcije ( Launch mechanism ). Definirane su tri različite metode koje omogućuju CBT sustavu da pronade CMI-to-CBT datoteku: ponovna definicija imena, parametra naredbene linije ili varijable DOS okruženja. CMI sustavi moraju podržavati sve tri navedene metode, dok CBT sustavi moraju koristiti jednu od njih. Nakon pokretanja, CBT sustav čita CMI-to-CBT datoteku, a zatim je briše. Ta se datoteka sastoji od parova ključ/vrijednost. Informacije su podijeljene u devet grupa ( Slika 29. ). Samo prve tri su obvezujuće.

GRUPA	OPIS
Osnovna grupa ( eng. Core )	Ovo je obvezna grupa koja sadrži informacije koje moraju nuditi svi CMI sustavi. Ono o čemu sve lekcije mogu ovisiti kod pokretanja od bilo kojeg AICC kompatibilnog CMI sustava.
Osnovna lekcija (eng. Core Lesson)	Informacije za lekciju koje čuva CMI sustav od zadnjeg studentovog pokušaja.
Osnovni prodavač ( eng. Core Vendor )	Potrebne informacije za neke lekcije. Mora ih osiguravati CMI sustav.
Komentari ( eng. Comments )	Informacije u obliku e-mail-a koje predavač ili administrator želi poslati studentu.
Vrednovanje ( eng. Evaluation )	Imena datoteka i lokacije gdje lekcija treba pohraniti informacije o vrednovanju.
Status ciljeva ( eng. Objectives Status )	Informacije o učeniku za svaki cilj identificiran u jedinicama pridruživanja ( AU ).
Podaci o studentu ( eng. Student Data )	Informacije o studentovim postignućima. Ove informacije proizlaze iz prethodnih studentovih interakcija sa lekcijama.
Demografija studenta (	Osobne informacije o studentu kao što su materinji jezik,

eng. Student_Demographics )	nacionalnost, telefonski broj itd.
Studentove odrednice ( eng. Student_Preferences )	Studentove odrednice prikupljene u prethodnim lekcijama ili prethodnim dijelovima ove lekcije.

Slika 29. Grupe CMI-to-CBT datoteke

Lekcija mora biti konstruirana na takav način da je osigurano predviđeno ponašanje u slučaju da CMI sustav ne sadrži alternativne grupe.

CBT-to-CMI datoteku mora kreirati CBT sustav. Ona sadrži podatke koji će se vratiti CMI sustavu kako bi on mogao ažurirati podatke o studentovom izvršavanju i zadati sljedeći zadatak. CMI sustav čita ovu datoteku kada CBT sustav završi s radom. Informacije su podijeljene u pet grupa ( Slika 30. ).

GRUPA	OPIS
Osnovna grupa ( eng. Core )	Osnovne informacije potrebne kako bi CMI sustav funkcionirao ( status i lokacija lekcije, rezultat ).
Osnovna lekcija ( eng. Core_Lesson )	Informacije potrebne lekciji koje bi trebale biti dostupne između dvaju uzastopnih pristupa lekciji.
Komentari ( eng. Comments )	Komentari o studentu.
Status ciljeva ( eng. Objectives_Status )	Informacije o ciljevima lekcije.
Podaci o studentu ( eng. Student_Data )	Informacije o studentovom izvršavanju za svaki pokušaj u odabranom dijelu lekcije bez prekidanja lekcije.
Studentove odrednice ( eng. Student_Preferences )	Opcije koje je odabrao student za prijenos u sljedeću lekciju kojoj će pristupiti.

Slika 30. Grupe CBT-to-CMI datoteke

CBT sustav također može kreirati informacije za vrednovanje lekcije kao obrazovnog resursa i za stvaranje detaljnijih zapisa o studentovom izvršavanju. Ove informacije su sadržane u četiri datoteke ( Slika 31. ). Imena datoteka i njihove lokacije se prenose lekciji putem CMI-to-CBT datoteke.

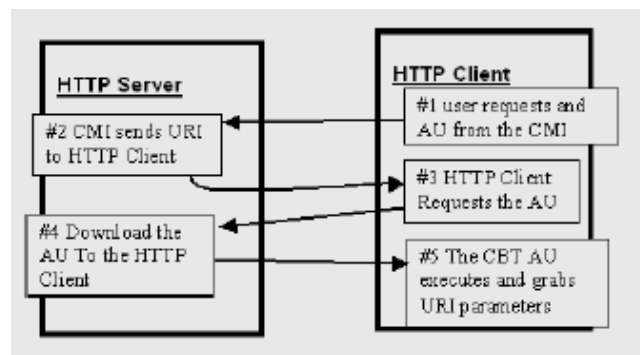
DATOTEKA	SADRŽAJ
Komentari ( eng. Comments )	Studentovi komentari o njegovoj interakciji s lekcijom.
Interakcije ( eng. Interactions )	Detaljne informacije o svakoj studentovoj interakciji kao što su rezultati upitnika i testova.
Status ciljeva ( eng. Objectives_Status )	Informacije o ciljevima dane lekcije.
Putanja ( eng. Path )	Redoslijed kojim je student prešao lekciju.
Izvršavanja ( eng. Performance_file )	Podaci o studentovom izvršavanju u složenim scenarijima kao što su npr. simulacije.

Slika 31. Datoteke sa informacijama o vrednovanju

### Okruženja u stvarnom vremenu temeljena na HTTP-u ( eng. HTTP-based Runtime Environment )

Okruženja u stvarnom vremenu temeljena na HTTP-u definirana su kako bi omogućila CMI sustavima dostavu CBT sustava putem WWW-a ( World Wide Web ). Budući je HTTP klijent-poslužitelj protokol, neki dijelovi CMI sustava rade kao dio web poslužitelja, a drugi kao dio web pretraživača. Slijed pokretanja web orijentiranog CBT sustava je sljedeći ( Slika 32. ):

1. Student odabire Assignable Unit ( AU ) CBT sustava sa korisničkog sučelja CMI sustava..
2. CMI predaje Uniform Resource Identifier ( URI ) adresu HTTP klijentu. URI također sadrži parametre za pokretanje ( eng. startup parameters ).
3. HTTP klijent zahtijeva od HTTP poslužitelja AU CBT sustava.
4. Program HTTP poslužitelja kopira program i podatke programu HTTP klijenta.
5. AU CBT sustava uzima URI parametre o pokretanju od HTTP klijenta i započinje sesiju sa CMI sustavom.



Slika 32. Slijed pokretanja temeljen na HTTP-u

Komunikacija između CMI i CBT sustava slijedi klijent-poslužitelj paradigmu, gdje se CBT sustav ponaša kao klijent, a CMI sustav kao poslužitelj. Tipična komunikacija između CMI sustava i AU CBT sustava je sljedeća:

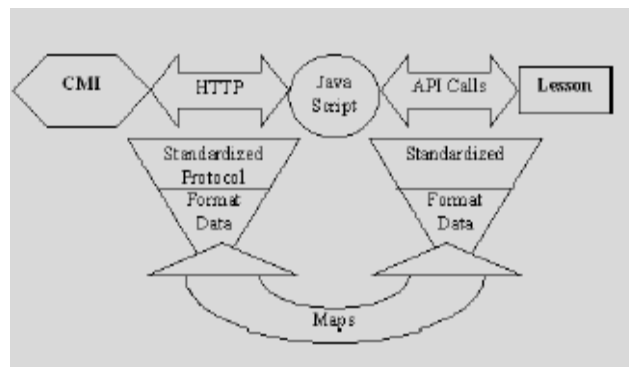
1. AU CBT sustava zahtijeva odvojenu HTTP sesiju.
2. AU CBT sustava šalje poruku CMI sustavu zahtijevajući informacije o pokretanju.
3. Neposredno prije kraja sesije AU-a, ona šalje podatke CMI sustavu o studentovom izvršavanju i statusu lekcije.
4. Nakon što student završi AU CBT sustava, AU šalje poruku CMI sustavu o kraju sesije ( eng. "end session" ).

Za razliku od CBT/CMI sustava temeljenih na datotekama, AU CBT sustava kod sustava temeljenih na HTTP-u se pokreću putem HTTP-a, ne koriste se putanje u imenu datoteka, informacije koje su se prije zapisivale u datotekama sada se šalju u porukama te CBT sustav šalje "Assignable Unit Complete" poruku CMI sustavu o završetku. Jedina razlika u razmjeni strukture tečaja odnosi se na činjenicu da CMI sustav treba više informacija za pokretanje AU-a putem web-a. Ove informacije nalaze se u Assignable Unit datoteci ( AUF ) zapisane u URL kodiranom formatu.

### **3.2.3.2. ADL Learning Management System ( LMS )**

Preporuke DoD-ove ADL inicijative za interoperabilnost između LMS i CBT sustava različitih proizvođača su dio SCORM referentnog modela. SCORM uključuje preporuke iz tri područja: formati strukture tečaja, metapodaci i okruženja u stvarnom vremenu temeljena na

API modelu. Naglasimo da je SCORM definiran za obrazovanje uz pomoć Interneta ( Web-based education ). U skladu sa AICC-ovim osnovnim principima, jasno su razdvojeni upravljanje sadržajima, koje izvršava LMS sustav na poslužitelju, i sadržaji, koji imaju sposobnosti samoupravljanja. Drugim riječima, slijed upravljanja sadržajima tečaja kao i odluka o tome koji će sadržaji sljedeći biti dostavljeni su odgovornosti isključivo LMS sustava. Upotreba uobičajenog API modela ispunjava mnoge zahtjeve viših razina SCORM modela koji se odnose na interoperabilnost i ponovnu upotrebu. Osigurava standardizirani način komunikacije između sadržaja i LMS sustava i štiti implementaciju određene komunikacije od autora sadržaja ( eng. content developer ) ( Slika 33. ). Način na koji je implementirana unutrašnjost API modela ne bi trebao utjecati na autore sadržaja jer koriste ista vanjska sučelja. API skriva detalje implementacije od sadržaja i time doprinosi interoperabilnosti i ponovnoj upotrebi.

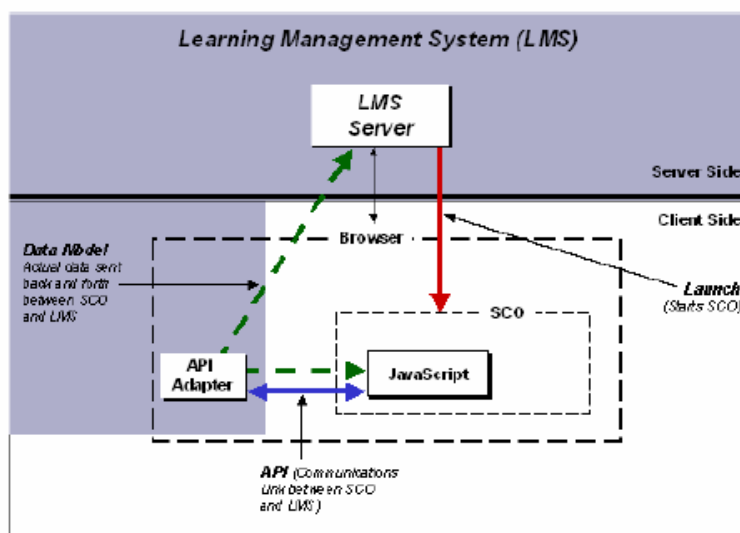


Slika 33. Okruženje u stvarnom vremenu temeljeno na API modelu

### API Adapter

API Adapter je dio funkcionalne programske podrške koji implementira i izlaže funkcije API-a. Jedini zadatak LMS sustava je osigurati API Adapter koji implementira funkcionalnosti API-a i otkriva njegovo sučelje klijentu, u ovom slučaju sadržaje ( SCO ) ( Slika 34. ). API Adapter ima tri vrste funkcija:

- Izvršavanje. Dvije API funkcije upravljaju izvršavanjem, `LMSInitialize(“”)` i `LMSFinish(“”)`.
- Upravljanje. API ima tri funkcije koje se bave greškama, `LMSGetLastError()`, `LMSGetErrorNumber(errornumber)` i `LMSGetDiagnostic(parameter)`.
- Prijenos podataka. Preostale tri API funkcije koriste se za prijenos podataka od i do LMS sustava, `LMSGetValue(data model element)`, `LMSSetValue(data model element, value)` i `LMSCommit(“”)`.



Slika 34. LMS-CBT komunikacija temeljena na API-u

### Pokretanje SCO-a

Pokretanje SCO-a je zadatak LMS sustava. LMS je također odgovoran i za organizaciju slijeda i upravljanja SCO-ovima baziranim na Content Structure Format-u (CSF). SCORM model pokretanja zahtijeva od LMS sustava pokretanje samo jednog SCO-a u isto vrijeme te da je samo jedan SCO aktivan. Model pokretanja također dopušta pokretanje SCO-ova samo LMS sustavu.

### Komunikacija između LMS sustava i SCO-a

API osigurava komunikacijski mehanizam koji omogućuje SCO-u komunikaciju sa LMS sustavom. Jedini podržani mehanizam za API interakciju sa SCO-a je putem ECMAScript poziva.

### SCORM model podataka

Cilj definiranja uobičajenog modela podataka je osigurati da definiranim skupom informacija o SCO-u mogu upravljati različita LMS okruženja. Model podataka SCORM okruženja u stvarnom vremenu nastao je direktno iz AICC CMI modela podataka koji je opisan u AICC CMI Guidelines for Interoperability. Međutim, na sastanku AICC-a u rujnu 2000. godine, CMI model podataka je izmijenjen prije izlaganja IEEE-u. Budući je SCORM proizašao iz istih specifikacija, smatralo se kako i SCORM verzija 1.1 treba uvesti te promjene kako bi se sačuvala usklađenost svih specifikacija. Iz tog razloga su elementi podataka svrstani u dvije kategorije:

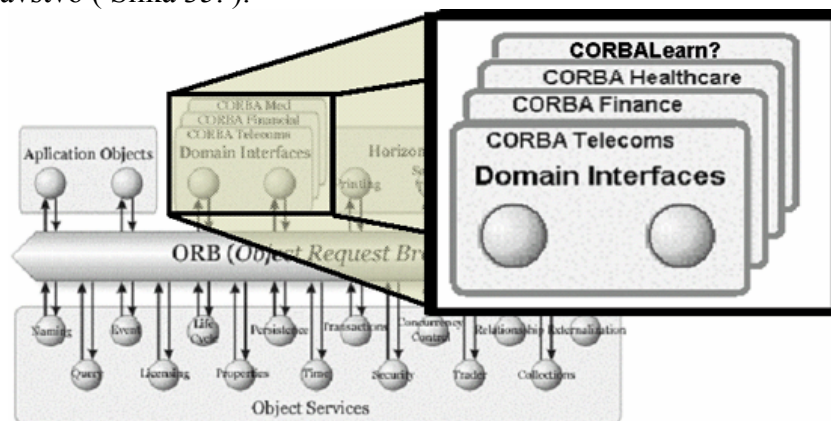
- Trajno uklonjeni. Elementi koje se više neće razmatrati za uključivanje. Uglavnom su to grupe elemenata koje se odnose na vrednovanje i putanje te neki elementi iz grupe odrednica.
- Uklonjeni i ponovno razmotreni. Elementi koji su uklonjeni kako bi se ponovno razmotrili za moguće uključivanje u buduće verzije. Tu spadaju grupe: podaci o studentu i demografija studenta.



### 3.2.4. CORBAlearn: doprinos standardizaciji e-learning-a na drugoj razini

Kako bi se doprinijelo standardizaciji na drugoj razini potrebno je identificirati uobičajene servise za e-learning koje podržava referentna arhitektura ( eng. Reference Architecture ). Ta arhitektura sastoji se od ponovno upotrebljivih programskih komponenti sa otvorenim i jasno identificiranim sučeljima. Sva sučelja u arhitekturi definiraju svoja vanjska vidljiva svojstva kako bi olakšali razvoj distribuiranih, interoperabilnih i standardiziranih on-line okruženja za učenje.

U sljedećih nekoliko paragrafa izložen je konkretan primjer referentne arhitekture za specifičnu implementaciju. Odabrana tehnologija je CORBA, objektno orijentirana distribuirana arhitektura koja dopušta distribuiranim i heterogenim aplikacijama zajednički rad na mreži. CORBA je standard koji je definirala Object Management Group ( OMG ), a čini je više od 800 institucija. Preko programske sabirnice, Object Request Broker ( ORB ), CORBA objekti komuniciraju međusobno putem standarda napisanih u Interface Definition Language-u ( IDL ). OMG je također definirala sučelja za 17 osnovnih servisa za distribuirano računanje. Danas je glavni cilj definicija servisa viših razina orijentiranih određenom poslovnom području: područna CORBA postrojenja ( eng. domain CORBA facilities ). Već dostupna područna postrojenja vezana su za telekomunikacije, proizvodnju, financije i zdravstvo ( Slika 35. ).



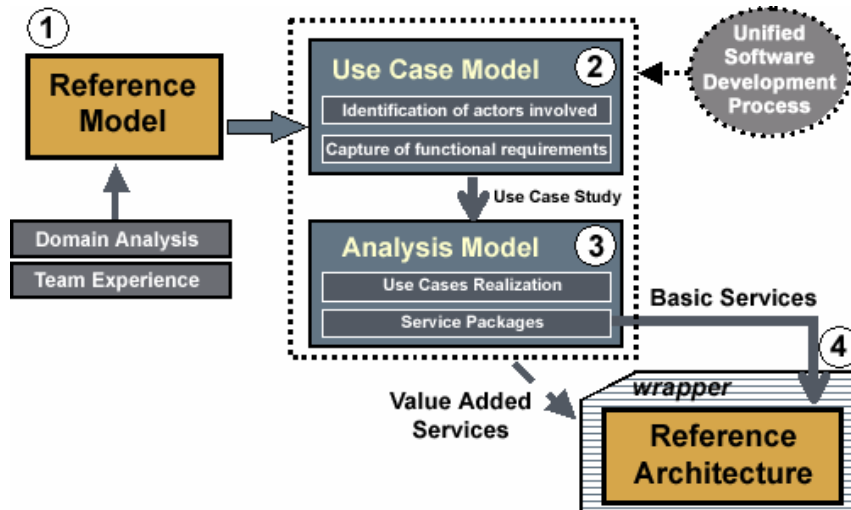
Slika 35. OMG Management Architecture ( OMA )

Područna postrojenja definiraju potrebne objekte i njihova sučelja u odabranim područjima kako bi zadovoljili veliki broj zahtjeva. Različiti proizvođači mogu promijeniti implementaciju, ali ponuđena funkcionalnost ostaje nepromijenjena zahvaljujući dogovorenim sučeljima. Prema tome, CORBA područna postrojenja doprinose interoperabilnosti među sustavima. OMG je otvoreni konzorcij koji nije vezan za nikakve određene programske platforme ni programske jezike. CORBA objekti mogu međusobno komunicirati preko Interneta koristeći IIOP protokol. Zbog svih navedenih razloga ovdje je izabrana CORBA kao središnji okvir među drugim dostupnim opcijama ( Java RMI ili DCOM ). Iako još uvijek ne postoji područno postrojenje za e-learning, ovdje ćemo iznijeti prijedlog takvog postrojenja koji uključuje referentnu arhitekturu: CORBAlearn.

#### Metodologija razvoja: identifikacija uobičajenih servisa za izgradnju e-learning sustava

Servisi koje podržava referentna arhitektura i koje će osiguravati CORBAlearn su posljedica aplikacije odgovarajuće metodologije oblikovanja. Ta metodologija odnosi se na definiciju servisne arhitekture koja proizlazi iz korisnikovih zahtjeva. Temelji se na Unified Software Development Process ( USDP ) i preporukama drugih autora. USDP-ov cilj je dobiti konačan

proizvod, dok je naša namjera definirati servisnu arhitekturu za izgradnju konačnih aplikacija. Iz tog razloga USDP je prilagođen našim potrebama. Prvi je korak referentni model ( eng. Reference Model ), dok je definicija referentne arhitekture ( eng. Reference Architecture ) međukorak ( Slika 36. i 37. ). Za modeliranje je korišten Unified Modeling Language ( UML ) i njegov profil za CORBA-u.



Slika 36. Metodologija razvoja ( I )

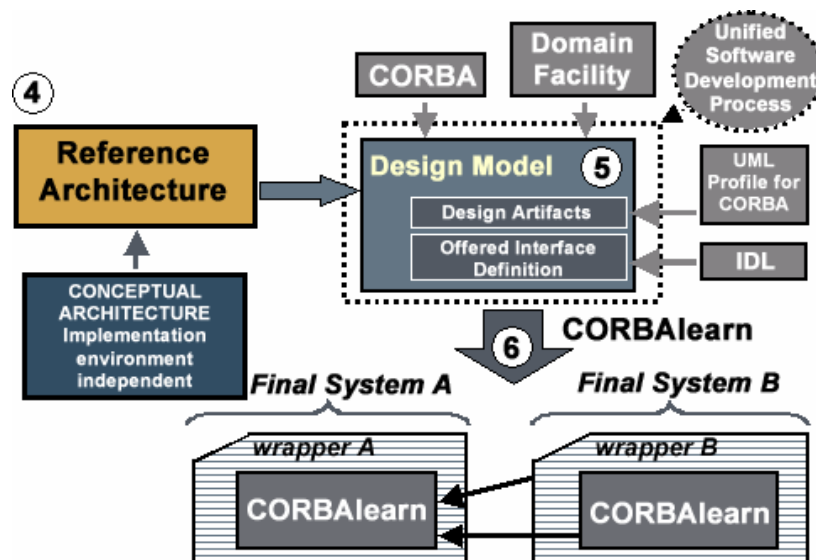
USDP je iterativan i rastući proces koji proizlazi iz slučajeva korištenja ( eng. use case ) i temelji se na arhitekturi. Njegova je osnova identifikacija funkcionalnosti koje moramo osigurati korisnicima. Nakon toga razvijaju se model analize ( eng. Analysis Model ) te model oblikovanja ( eng. Design Model ) u svrhu osiguravanja potrebnih funkcionalnosti.

Kao prvo identificiramo poslovni model za e-learning područje. Taj model odgovara referentnom modelu kojeg je prezentirao Bass i opisuje ključne agente, koji sudjeluju u e-learning procesu, identifikacijom tokova podataka među njima. Referentni model proizlazi iz analize e-learning područja, glavnih prijedloga institucija uključenih u proces standardizacije e-learning-a te iskustava prethodnih autora. Nakon izrade referentnog modela nastavljamo snimati funkcionalne zahtjeve koristeći činjenice iz Unified Process-a. Ovaj zadatak se izvodi iz slučajeva korištenja uzimajući u obzir najuobičajenije funkcionalne aspekte e-learning sustava. Važno je napomenuti da bi krajnje definirani programski servisi trebali biti što općenitiji i time pogodni za većinu alata za učenje. Iz analize područja proizlazi da različiti e-learning sustavi definiraju različite grupe sudionika, iako se neki sudionici pojavljuju u gotovo svim bitnim sustavima ( npr. učenik, tutor ). U ovom slučaju odlučili smo se za sudionike definirati one iz ERILE specifikacije te uzeti u obzir njihove zahtjeve.

Use Case Model odražava zahtjeve svih korisnika. U modelu analize se ti zahtjevi dalje razmatraju i istražuju, ali iz perspektive dizajnera i autora odgovornih za izgradnju kompatibilnih sustava. Ovo predstavlja prvi korak ka stabilnoj arhitekturi. Odgovornosti se dodjeljuju objektima analize kako bi se njihovom suradnjom osiguralo ispunjenje svih korisničkih zahtjeva. Model analize je osnova za definiranje referentne arhitekture. Iz tog razloga, one klase analize kojima su dodijeljene osnovne odgovornosti za izgradnju konačnog sustava ili za uključivanje informacijskog modela iz prve razine standardizacije su dodijeljene servisnim paketima. Servisni paketi su temelj referentne arhitekture standardiziranih e-learning sustava. Referentna arhitektura predstavlja dekompoziciju referentnog modela u skup komponenti koje omogućuju prethodno identificirane funkcionalnosti. Općenito, naš je cilj definicija niza servisa koji će olakšati i ubrzati razvoj standardiziranih, distribuiranih i

interoperabilnih e-learning sustava. Prema tome, mi ćemo uključiti u servisne pakete koji određuju našu arhitekturu one klase analize koje nude osnovne najčešće servise. Dodatno, odabrane klase bi trebale biti ponovno upotrebljive i nezavisne od specifičnog područja učenja ili servisa sa unaprijed dodijeljenim vrijednostima. Specifični podsustavi u arhitekturi trebali bi biti implementirani na integralan ( cjelovit ) način. U stvari ovi podsustavi tvore grupe klasa koje se obično razvijaju zajedno. One klase analize koje su previše ovisne o aplikaciji ili predstavljaju servise s dodatnom vrijednosti biti će dodijeljene tzv. wrapper-u. Konačne aplikacije koje zahtijevaju i koriste sudionici u modelu slučajeva korištenja biti će sastavljene od definiranih servisnih paketa i njima vanjskih klasa analize. Kao i u drugim standardiziranim područjima, vanjske komponente ( vanjske klase analize ) će osigurati specifične osobine i servise s dodatnom vrijednosti koji karakteriziraju individualne konkurentne sustave za učenje. Drugim riječima, vanjsko oblikovanje ( eng. external wrapping ) će omogućiti razlike među prijedlozima različitih proizvođača i institucija. Budući referentna arhitektura uključuje samo klase iz modela analize, ona je implementacijski neovisna i čisto konceptualna. U modelu oblikovanja definira se implementacijsko okruženje. U ovoj fazi modeli koriste UML profil za CORBA-u. Za definiciju sučelja, koja je detaljno dokumentirana, korišten je IDL budući je to osnova za sve specifikacije sa druge razine standardizacije. Prema tome, ovaj prijedlog koji se sastoji iz 6 koraka predstavlja novo područno CORBA postrojenje za e-learning: CORBAlearn.

CORBAlearn je specifikacija kao što je LOM specifikacija za metapodatke; gdje je CORBA odabrana kao implementacijsko/razvojno okruženje kao što XML osigurava konkretnu implementaciju za LOM. Servisi koje nudi CORBAlearn koriste autori konačnih e-learning platformi koji će dodati omot, koji ih čini upotrebljivim, i aplikacijski specifične servise sa dodatnim vrijednostima kako bi se sustavi različitih proizvođača razlikovali. Također, osnova koju osigurava CORBAlearn, a čija specifikacija će biti objavljena u okviru ponuđenom od OMG-a, će podržavati interoperabilnost među heterogenim platformama.

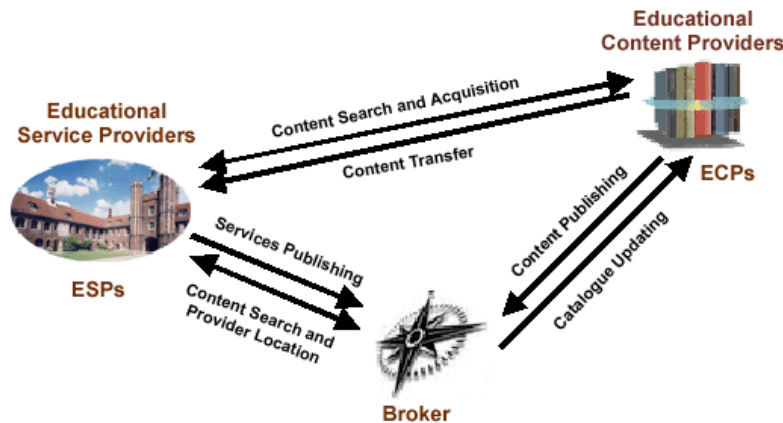


Slika 37. Metodologija razvoja ( II )

### Referentni model

Kao što je već spomenuto, referentni model proizlazi iz analize područja i iskustava prethodnih autora. Ovdje su identificirana tri elementa referentnog modela za e-learning ( slika ). Educational Content Providers ( ECP ) je odgovoran za stvaranje objekata učenja. Taj

element je ekvivalentan izdavačima u tradicionalnom obrazovanju. Educational Service Providers ( ESP ) su škole, sveučilišta ili akademske institucije u ovim virtualnim okruženjima. Oni su odgovorni za ponudu visoko kvalitetnih on-line okruženja za učenje. ESP koriste ECP za pristup on-line tečajevima koje će nuditi na svojim institucijama. To se može učiniti direktno ili indirektno, koristeći posrednika ( eng. broker ), koji je treći element referentnog modela. Posrednici su odgovorni za pomaganje učenicima i ESP-ovima u pronalaženju odgovarajućih obrazovnih resursa: učenici koriste posrednikove usluge kako bi pronašli i locirali one institucije ( ESP ) koje nude tečajeve koji ih zanimaju; ESP-ovi koriste posrednikove usluge kako bi pronašli obrazovne resurse koje nude ECP-ovi, a kojima će obogatiti svoje kataloge. Da bi ponudio ove usluge, posrednik mora imati metapodatke o tečajevima koje nude udruženi ESP-ovi i ECP-ovi.

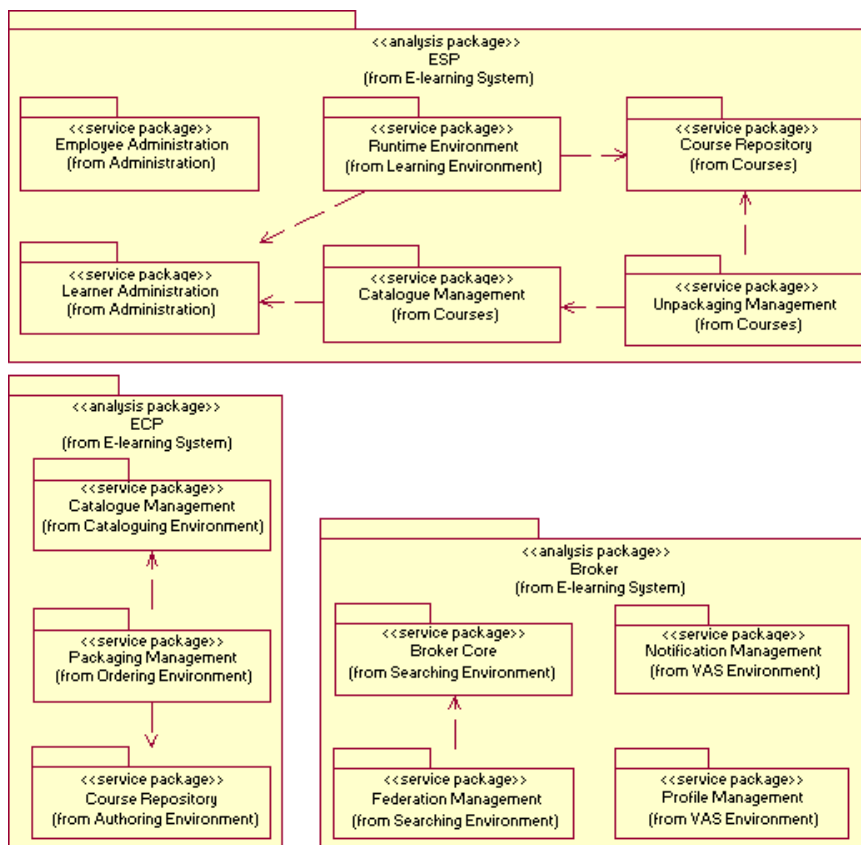


Slika 38. Referentni model

## Referentna arhitektura

Referentna arhitektura je dekompozicija referentnog modela koja odražava sve komponente koje su implementacija funkcionalnosti, identificiranih u modelu slučajeva korištenja i modelu analize, zajedno sa odgovarajućim tokovima podataka. Osnovne funkcionalne zahtjeve ispunjava referentna arhitektura, dok su drugi, koje smo označili kao servise sa dodatnom vrijednosti, dodijeljeni wrapper-u. Referentna arhitektura proizlazi iz detaljne analize funkcionalnih zahtjeva i uključuje daljnje specifične zahtjeve koji su identificirani tijekom procesa analize. Elementi referentne arhitekture su identificirani iz slobodno grupiranih paketa klasa analize, a koje se sastoje od čvrsto povezanih objekata. Predložena referentna arhitektura je servisna arhitektura koja omogućava ponovnu upotrebu komponenti. To je glavni razlog za prihvaćanje servisnih paketa, prethodno definiranih, kao građevnih blokova referentne arhitekture.

Slika 39. prikazuje predloženu referentnu arhitekturu, uključujući dekompoziciju referentnog modela u elemente referentne arhitekture i pakete analize kojima pripada svaki od servisnih paketa.



Slika 39. Referentna arhitektura

### Elementi referentne arhitekture ESP-a

Identificirano je 6 podsustava ESP referentne arhitekture:

1. Administracija učenika ( eng. Learners Administration ). Nudi servise za razvoj sustava za upravljanje administrativnim informacijama koje se odnose na učenike, sudionike po ERILE-u koji predstavljaju studente ili one koje se podučava ili trenira. Stvarne implementacije trebale bi nuditi introspekcijske mehanizme kako bi se identificirali podržani profili modela podataka. Ovaj podsustav također osigurava poslovnu logiku za registraciju i upis učenika.
2. Administracija zaposlenika ( eng. Employee Administration ). Ovaj podsustav se bavi administrativnim podacima za ostale ERILE-ove sudionike koji su u interakciji sa ESP-om: tutori, učitelji, ocjenjivači. U ovom trenutku nisu dostupne nikakve standardne specifikacije koje definiraju ove formate podataka. Međutim, mogu se upotrijebiti modeli iz ostalih područja ili specifične kategorije iz specifikacije učenika.
3. Spremište tečajeva ( eng. Course Repository ). Podržava razvoj spremišta na ESP-ovima koja su odgovorna za pohranjivanje i upravljanje tečajevima. U ovom podsustavu se koriste specifikacije za strukturu tečajeva kako bi se olakšalo njihovo korištenje u okruženjima u stvarnom vremenu ( eng. Runtime Environments ).
4. Upravljanje katalogom ( eng. Catalogue Management ). Autori ESP-a koriste ovaj podsustav za izgradnju kataloških i pretraživačkih alata. Specifikacije metapodataka koriste se za rad s opisima objekata učenja koji su isporučeni od ESP-a. To uključuje uobičajene pretraživačke usluge koje koriste učenikov profil za prilagodbu pretrage određenim osobinama učenja/prezentiranja.
5. Upravljanje raspakiravanjem ( eng. Unpackaging Management ). Usluge koje nudi ovaj podsustav dopuštaju raspakiravanje tečajeva koji su preneseni od ECP-ova

koristeći pakete ( eng. encapsulated units) kompatibilne danoj specifikaciji raspakiravanja ( npr. IMS pakiranje ).

6. Okruženja u stvarnom vremenu ( eng. Runtime Environments ). Ovaj podsustav je odgovoran za održavanje razvoja novih okruženja za isporuku u stvarnom vremenu. Ponudeni servisi uključuju planiranje isporuke objekata učenja ( koristeći statički i dinamički pregled strukture tečajeva ), praćenje učenika te prilagodbu sadržaja studentovim sklonostima. Direktno se temelji na LTSA prijedlogu gdje su uključeni i procesi i trajno pohranjivanje.

### Elementi referentne arhitekture ECP-a

ECP se sastoji iz tri različita podsustava:

1. Spremište tečajeva ( eng. Course Repository ). Bavi se stvaranjem, spremanjem i upravljanjem objektima učenja. U usporedbi s ESP-ovim spremištem tečajeva, ECP-ovo uključuje pogodnosti koje podržavaju razvoj novih objekata učenja uključujući upravljanje i njihovim najsitnijim dijelovima. Dostupne specifikacije formata strukture tečajeva su također razmotrene.
2. Upravljanje katalogom (eng. Catalogue Management ). Ovaj podsustav nudi servise za održavanje razvoja kataloga objekata učenja koje osigurava ECP, uključujući pretraživačke servise i to vanjske ( za lociranje tečajeva koji će se prenositi do ESP-a ) i unutrašnje ( za lociranje onih objekata učenja koji se mogu ponovno upotrebljavati za izgradnju novih sadržaja ). Specifikacije metapodataka se koriste za opis objekata učenja dostupnih na ECP-u.
3. Upravljanje pakiranjem ( eng. Packaging Management ). Autori ECP-a koriste ovaj podsustav kako bi stvorili aplikacije za prijenos svih resursa vezanih uz tečaj ( objekti učenja, struktura tečaja i metapodaci ) između heterogenih platformi u paketima ( eng. encapsulated units ), izbjegavajući na taj način gubitak informacija. Kao i kod njegovog ekvivalenta u ESP-u, ove specifikacije se koriste za kreiranje paketa.

### Elementi referentne arhitekture posrednika

Posrednici ( eng. broker ) koji posreduju između ECP-a i ESP-a ili ESP-a i učenika razvijaju se iz osnovnih servisa koje nude ova 4 podsustava:

1. Jezgra posrednika ( eng. Broker Core ). Ovo je osnovni podsustav koji osigurava servise za implementaciju, pretraživanje, objavljivanje i ponovno primanje obrazovnih resursa. Servisi odgovaraju osnovnim osobinama koje su potrebne za rukovanje posredničkim katalogima te uključuju opise i resursa i servisa ponuđenih od dobavljača ( eng. provider ) na tim resursima. Ovaj podsustav se također bavi specifikacijama metapodataka.
2. Upravljanje profilom ( eng. Profile Management ). Korištenjem servisa koje nudi ovaj element wrapper je sposoban prilagoditi pretraživanje i objavu rezultata specifičnim karakteristikama svakog korisnika. Model podataka profila i specifikacije metapodataka su ovdje uzete u obzir uključujući i podršku za njihov prijenos. Za ovo smo upotrijebili preslikavanje slično onom koje je predloženo u GESTALT projektu.
3. Upravljanje objavom ( eng. Notification Management ). Asinkrono objavljivanje rezultata pretraživanja može se izgraditi servisima koje osigurava ovaj podsustav. Pretplatnici servisa za objavljivanje bili bi obaviješteni uvijek kada se novi objekt učenja, koji odgovara njihovim zahtjevima, objavi preko posrednika.
4. Upravljanje udruživanjem ( eng. Federation Management ). Sposobnosti posrednika će biti bitno unaprijeđene ako se posredovanje obavlja suradnjom grupe posrednika. Ovaj

podstavak podržava upravljanje udruženim topologijama i korištenje udruženih pretraživanja čiji rezultati mogu doći i iz različitih izvora. Osim metapodataka koji opisuju objekte učenja, ovaj element koristi i preporuke Quality of Service ( QoS ).

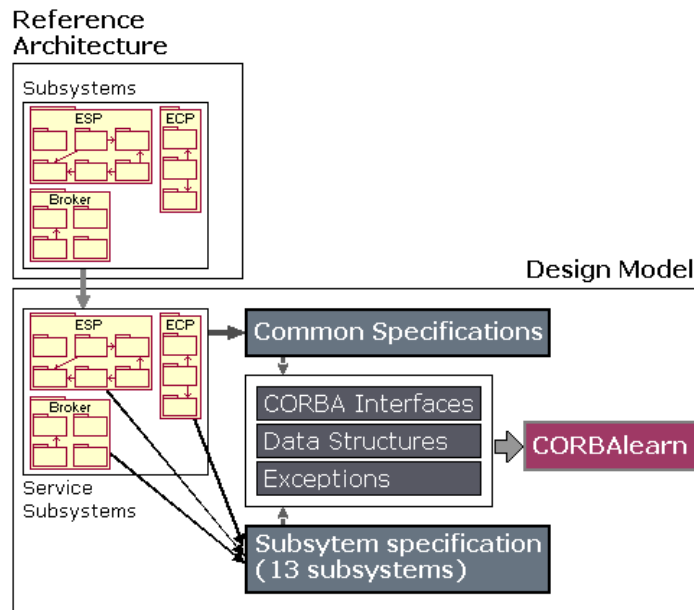
### Osnovna svojstva arhitekture

Osnovna svojstva referentne arhitekture su:

- Servisna arhitektura temeljena na ponovno upotrebljivim podsustavima. Podsustavi arhitekture se odnose na ponovno upotrebljive servisne pakete koji nude osnovne usluge vezane za e-learning domenu. Jedini dodatni elementi za osnovne e-learning sustave su granične klase koje predstavljaju korisnička sučelja i logičku kontrolu za ostale podsustave arhitekture.
- Standardizirana arhitektura. Podsustavi u arhitekturi odgovaraju komponentama koje implementiraju poslovnu logiku i informacijske modele koje su identificirale standardizirane institucije i tijela. Međutim, nikakva ovisnost o specifičnim prijedlozima nije uspostavljena. Stvarna povezanost za postojeće informacijske modele je ostavljena za fazu implementacije. Implementacija bi trebala ponuditi unutrašnje mehanizme kako bi se pronašli podržani modeli. Većina izmjena i dopuna će se odnositi na pojedinačne komponente. Ovisnosti u postojećem informacijskom modelu i korisničkim zahtjevima temeljito su analizirana prije dekompozicije komponenti.
- Slojevitost ( eng. Scalability ). Konstrukcija konačnog sustava može biti inkrementalni proces koji se odvija uspješnim dodavanjem novih elemenata iz arhitekture. Podsustavi arhitekture su labavo grupirani i ovisnosti su usmjerene od kompleksnih prema osnovnim komponentama.
- Prilagodljivost. Jasna identifikacija uloge svakog podsustava kroz realizaciju slučajeva korištenja, dekompoziciju i analizu ovisnosti podržava zamjenu specifičnih podsustava funkcionalno ekvivalentnim podsustavima.
- Orijetiranost na lokalne izmjene. Različitim funkcionalnim zahtjevima ili standardiziranim informacijskim modelima bave se različiti podsustavi arhitekture. Zbog toga bi promjene u zahtjevima i formatima uključenih informacijskih modela zahtijevale modifikacije nekoliko, ili obično jednog, podsustava.
- Interoperabilnost među heterogenim sustavima. Otvorena programska sučelja i uobičajena referentna arhitektura podržavati će interoperabilnost osiguravajući konačnim sustavima prilagodbu arhitekturi. Osobine koje se odnose na dodatne vrijednosti ( eng. added-value features ) biti će implementirane kroz razradu klasa wrapper-a.

### CORBAlearn: Model oblikovanja i specifikacije

Elementi definirani u modelu oblikovanja su dopune oblikovanju konceptualnih elemenata definiranih u modelu analize, u smislu da su prvi prilagođeni implementacijskom okruženju, dok drugi elementi nisu. Drugim riječima, model oblikovanja je po prirodi implementacijski orijentiran, a model analize je više konceptualan. Iz elemenata referentne arhitekture mi izvodimo niz servisnih podsustava oblikovanja ( Slika 40. ).



Slika 40. Specifični model oblikovanja

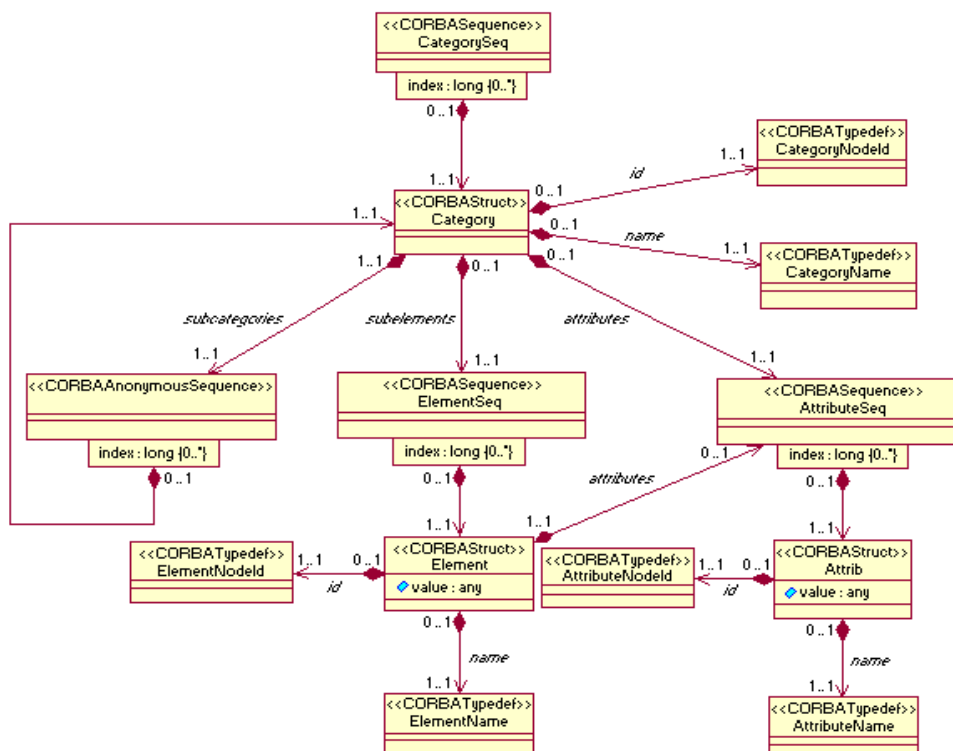
Podsustavima referentne arhitekture dodijeljene su specifične odgovornosti. Tijekom oblikovanja, servisni podsustavi će materijalizirati ove odgovornosti u konkretnom programskom jeziku ili, kao u našem slučaju, Interface Definition Language-u (IDL). U ovoj fazi izabrana je CORBA i okvir koji osigurava CORBA područno postrojenje kao implementacijsko okruženje. Svaki servisni podsustav je definiran koristeći zasebne specifikacije, gdje su uključena servisna sučelja, strukture podataka i iznimke. Također postoji niz uobičajenih specifikacija koje su u skladu sa cijelim područnim postrojenjem. Zajedno oni čine naš prijedlog za novo CORBA područno postrojenje za e-learning: CORBAlearn. Cijeli niz specifikacija ( za tri elementa referentnog modela ) uključuje 69 servisnih sučelja i ukupno 888 definicija metoda. Napomenimo ovdje da, budući je naš cilj predložiti područno postrojenje, se usredotočujemo na definiciju sučelja. Proizvođači različitih proizvođača osiguravaju različite izvedbe, ali njihove funkcionalnosti moraju biti iste ako tvrde da su kompatibilni sa sučeljem.

CORBAlearn pokriva sve aspekte distribuiranih e-learning sustava identificiranih od referentne arhitekture. Svaki od njih podržava različita specifikacija CORBAlearn područnog postrojenja. Ovdje će biti prezentiran samo dio statičkog i dinamičkog pregleda programske arhitekture i njezinih objektnih IDL sučelja.

### **Uobičajene specifikacije. Primjer.**

Uobičajene specifikacije uključuju definiciju strukture podataka i servisna sučelja korisna u nekoliko podsustava. Mi smo specificirali niz općih IDL struktura kako bismo uokvirili informacijski model koristeći strukturu stabla ( Slika 41. ). Zbog toga mi osiguravamo jednostavan mehanizam za korištenje onih prijedloga iz prve razine standardizacije, kao što većina njih koristi XML kao format definicije podataka. S druge strane, ne postoji nikakva povezanost s određenim prijedlozima za informacijski model. Ove strukture su dovoljno općenite da oblikuju različite alternative.





Slika 41. Informacijski model prikazan u strukturi stabla

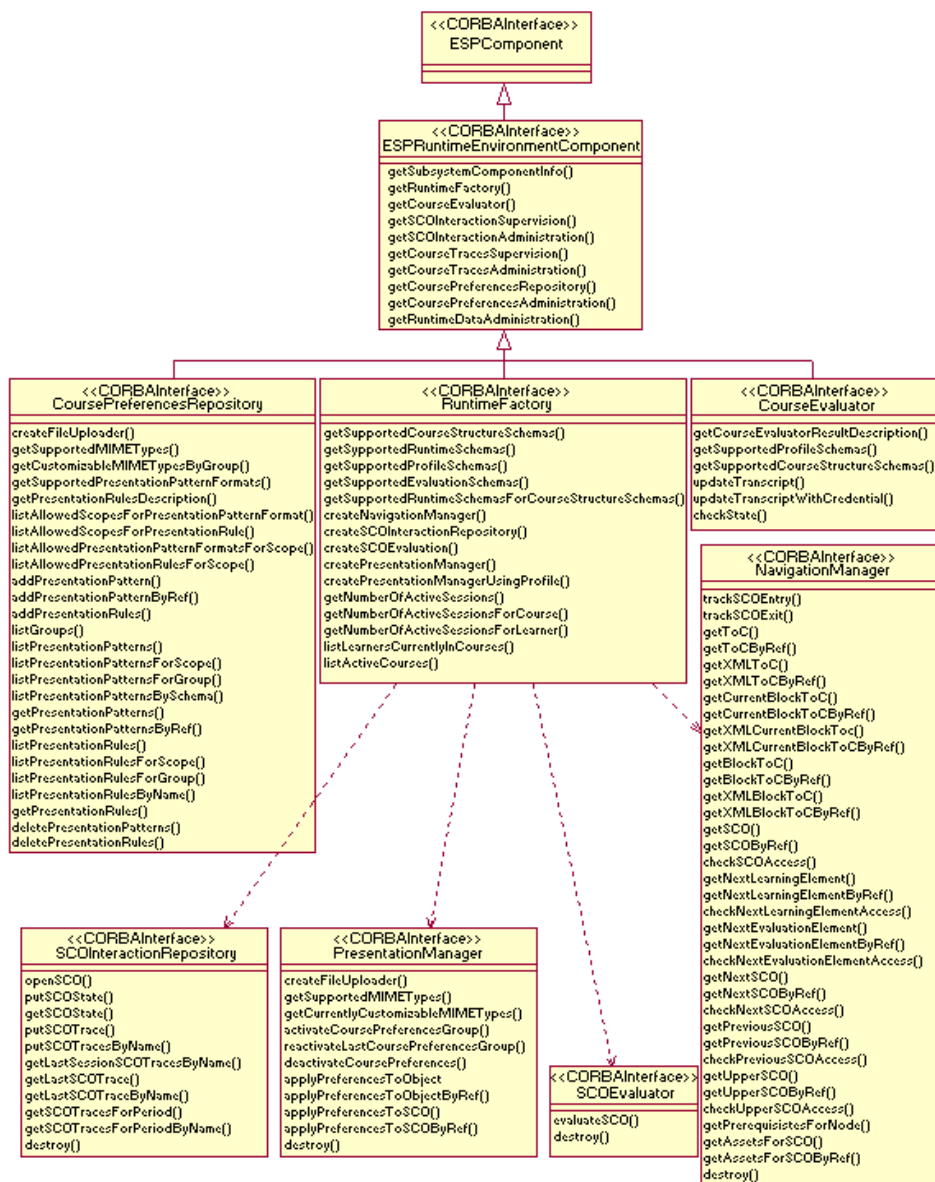
### ESP specifikacije. Primjer.

Slika 42. prikazuje neka od sučelja uključena u CORBAlearn okruženje u stvarnom vremenu. Na njoj su prikazane samo definicije metoda, ali ne i parametri za svaku od njih. Svrha ovih sučelja je podržavanje interoperabilnosti za okruženja u stvarnom vremenu. Kao rezultat toga, autori konačnih e-learning sustava oslobođeni su uobičajenih zadataka oblikovanja kao što su isporuka objekata učenja, praćenje i vrednovanje studenata. Servisna sučelja prezentirana na slici su:

- Rukovoditelj upravljanja ( eng. NavigationManager ). Ovo sučelje je odgovorno za planiranje sljedećeg elementa koji će se isporučiti studentima. Također osigurava upravljanje strukturom tečaja uzimajući u obzir prethodne studentove akcije i ispunjene preduvjete. Objekti koji implementiraju ovo sučelje ekvivalentni su procesu Coach u IEEE-ovom LTSA modelu.
- Rukovoditelj prezentiranja ( eng. PresentationManager ). Njegova glavna odgovornost je prilagodba isporučenih objekata učenja učenicima u skladu s njihovim osobnim sklonostima sadržanim u njihovim profilima ili eksplicitno definiranim za svaki tečaj. Objekti koji implementiraju ova sučelja djelomično su ekvivalentni procesu Delivery u IEEE-ovom LTSA modelu.
- Spremište odrednica tečaja ( eng. CoursePreferencesRepository ). Osigurava servise za pristupanje i upravljanje odrednicama svakog tečaja. Odrednice i prezentacijski uzorci mogu biti grupirani i primijenjeni zajedno.
- Rukovoditelj interakcijama SCO-a ( eng. SCOInteractionManager ). Ovo sučelje je odgovorno za praćenje i spremanje tragova te upravljanje svakim SCO-om ( Sharable Content Object ). Ovaj informacijski model odgovara DoD-ovom ADL SCORM modelu podataka u stvarnom vremenu.

- Ocjenjivač SCO-a ( eng. SCOEvaluator ). Njegova glavna odgovornost je odlučivanje o tome da li je student uspješno završio i položio objekt učenja.
- Ocjenjivač tečajeva ( eng. CourseEvaluator ). On je odgovoran za vrednovanje tečaja kao cjeline i za ažuriranje prijepisa učenikovog profila u skladu s tim.

Objekti koji implementiraju posljednja tri sučelja ekvivalentni su procesu Evaluation u LTSA modelu. Ostala dostupna servisna sučelja u ovom podsustavu bave se pohranjivanjem i upravljanjem modelom podataka u stvarnom vremenu te podržavaju razvoj alata za nadgledanje i praćenje za tutore i učitelje.



Slika 42. Neka sučelja CORBAlearn okruženja u stvarnom vremenu

### ECP specifikacije. Primjer.

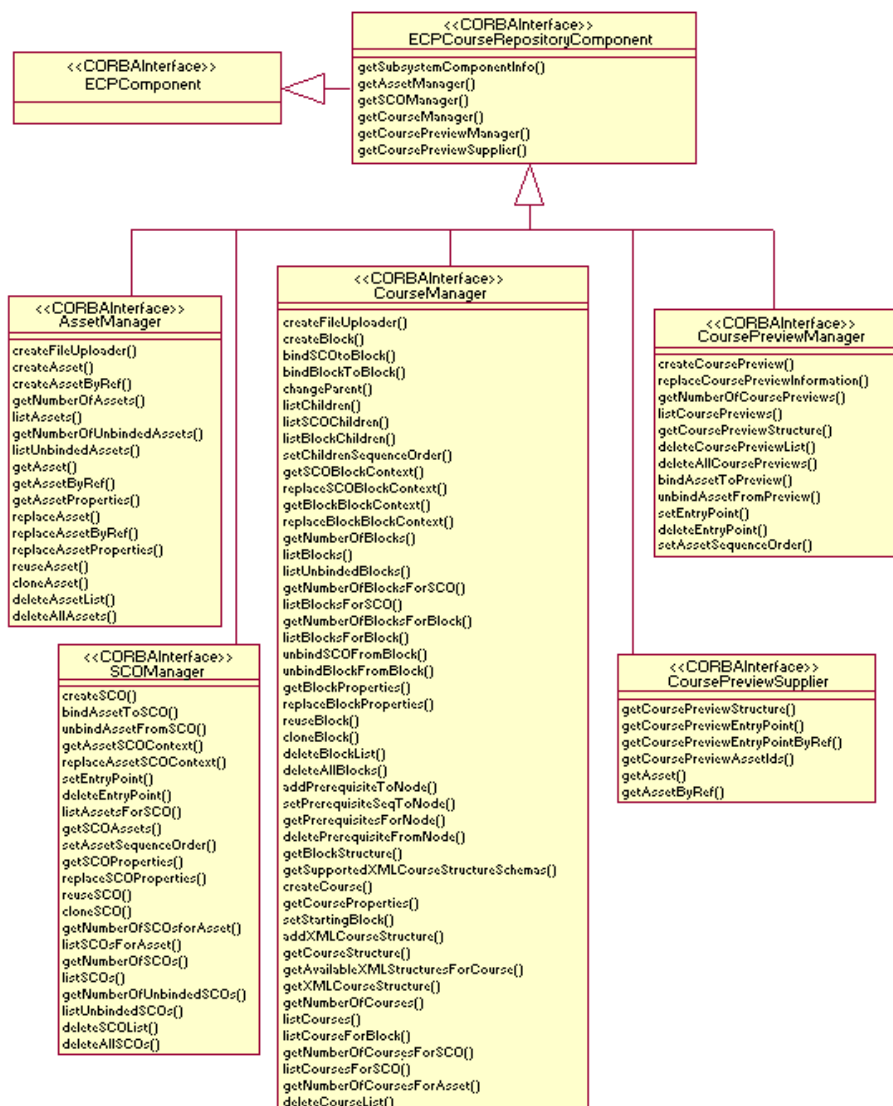
Kao reprezentanta za ECP specifikaciju izabrali smo sučelja podsustava Spremište tečajeva ( eng. CourseRepository ). Opća svrha ovih sučelja je olakšati razvoj, upravljanje i spremanje objekata učenja na različitim razinama grupiranja:

1. Asset – objekt učenja u svom osnovnom obliku ( tekst, slika, JAVA aplet, audio datoteka itd. )
2. SCO – niz asset-a koji čine najmanje nedjeljive objekte učenja koji se mogu dostaviti učenicima ( web stranica koja sadrži HTML datoteku, nekoliko slika, audio datoteka i filmova )
3. Tečaj ( eng. Course ) – strukturirane zbirke SCO-ova sa pridruženim dinamičkim ponašanjem ( struktura tečaja )

Definirano je pet servisnih sučelja ( Slika 43. ):

- Rukovoditelj asset-ima ( eng. AssetManager ) koji nudi metode za učitavanje, upravljanje i opis svakog individualnog asset-a.
- Rukovoditelj SCO-ovima ( eng. SCOManager ) koji nudi metode za upravljanje SCO-ovima kako bi s njima povezali asset-e te definirali glavni asset ili polazište SCO-a ( u web stranici glavni asset bi bila HTML datoteka ).
- Rukovoditelj tečajevima ( eng. CourseManager ) koji upravlja grupama SCO-a ( blokovi ), njihovim svojstvima te povezanostima i nepovezanostima SCO-a. To je sučelje gdje se definiraju strukture tečajeve uključujući njihovo dinamičko ponašanje ( preduvjeti ).
- Rukovoditelj pregledima tečajeve ( eng. CoursePreviewManager ). Dopušta razvoj pregleda tečajeve u obliku statičkog SCO-a.
- Dobavljač pregleda tečajeve ( eng. CoursePreviewSupplier ). Bavi se isporukom postojećih pregleda potencijalnim potražiocima.

Od servisa koje osiguravaju produkti kompatibilni sa ovim sučeljima zahtijeva se manje napora za razvoj konačnog web orijentiranog autorskog alata. Veći dio posla bi bilo razviti odgovarajuće korisničko sučelje ( koje će pripadati wrapper-u ) budući se upravljanjem i organizacijom objekata učenja bavi CORBAlearn.

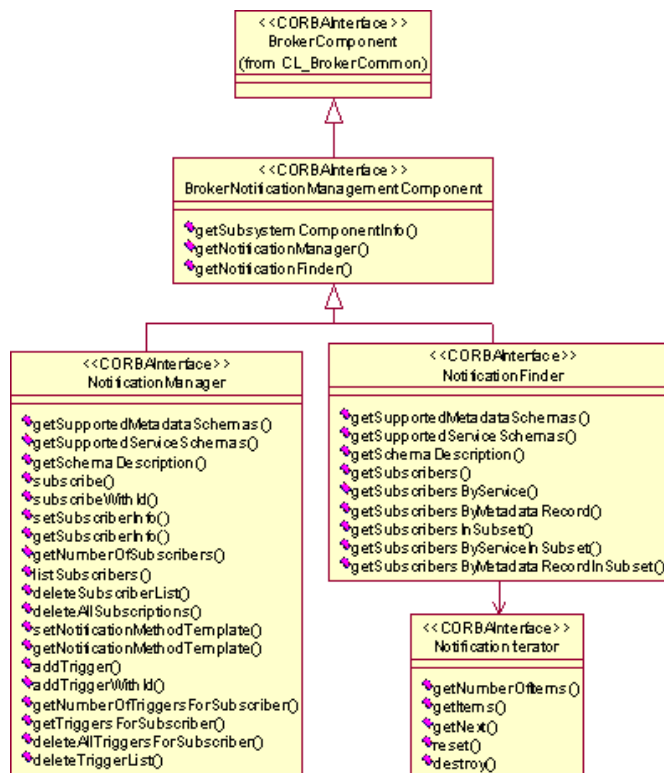


Slika 43. CORBAlearn sučelja ECP Spremišta tečajeva

### Specifikacije posrednika. Primjer.

Kao primjer za posrednika, Slika 44. prikazuje sučelja koja opisuju CORBAlearn specifikaciju Upravljanje objavom ( eng. Notification Management ). Glavna sučelja su Rukovoditelj objave ( eng. NotificationManager ) i Pronalazač objave ( eng. NotificationFinder ). Oba osiguravaju introspekcijske metode za otkrivanje formata opisa resursa ( metapodaci ) i opisa servisa.

- Rukovoditelj objave ( eng. NotificationManager ) osigurava metode za pretplatu korisnika, upravljanje njihovim profilima te za identifikaciju, kroz automatsko pozivanje procedura temeljeno na metapodacima ( eng. trigger ), vrste objekata o kojoj pretplatnik treba biti obaviješten i načina na koji se to treba izvesti.
- Pronalazač objave ( eng. NotificationFinder ) je odgovoran za identifikaciju onih pretplatnika koji trebaju biti obaviješteni o određenoj izmjeni u posrednikovom katalogu. Ova pretraga se temelji na metapodacima objekata učenja i servisima koje nudi ovaj dobavljač. Pristupom rezultatima se upravlja putem servisa uključenih u sučelje Iterator objave ( eng. NotificationIterator ).



Slika 44. CORBAlearn sučelja Servisa za objavu

### Upotrebljivost CORBAlearn-a. Razvoj konačnog e-learning sustava.

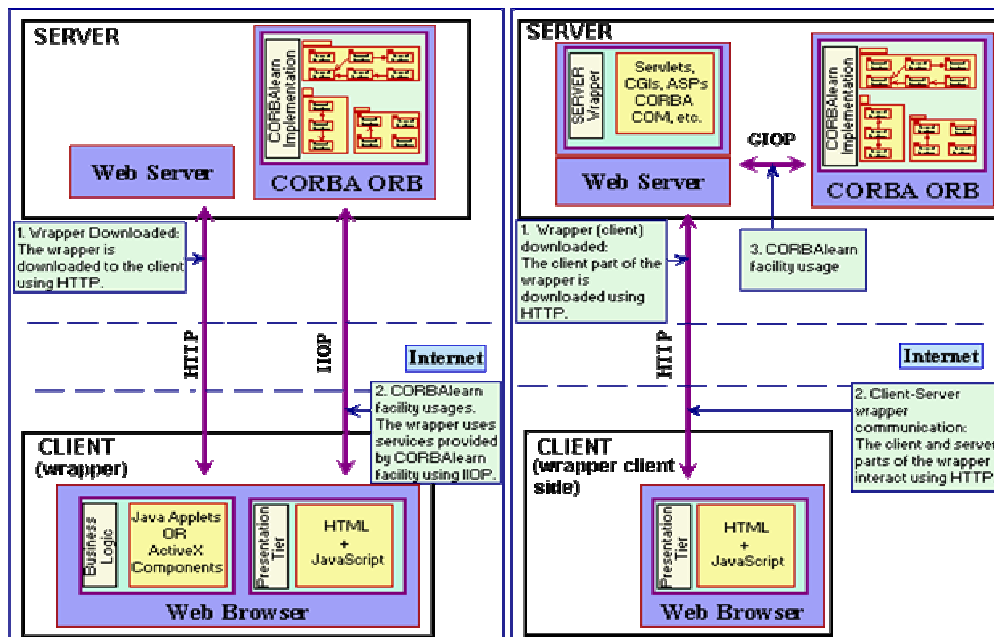
Specifikacije osigurane kao IDL sučelja doprinose standardizaciji e-learning-a na "business logic" razini. Različiti proizvođači koji tvrde da su njihovi proizvodi kompatibilni sa ovom specifikacijom trebaju ponuditi proizvode koji osiguravaju servise definirane u ovim sučeljima. Oko ovih osnovnih servisa autori konačnih aplikacija stvaraju omot ( eng. wrapper ) u koji su ugrađena korisnička sučelja te mogu biti uključeni i servisi sa dodatnim vrijednostima ( eng. value-added services ). Nema nikakvih ograničenja vezanih za tehnologiju wrapper-a. Jedina pretpostavka je da je u stanju koristiti CORBAlearn servise putem CORBA programske sabirnice kojoj se može pristupiti preko većine www preglednika. Također, omot može biti raspoređen između servera i klijenta ili cijeli ugrađen u klijenta. Slika 45. prikazuje dva različita scenarija za konačni sustav implementiran u www okviru koristeći CORBAlearn tehnologiju.

Desno pretpostavljamo da je wrapper raspoređen između servera i klijenta. Wrapper vezan za klijentovu stranu osigurava prezentacijsku razinu ( korisnička sučelja ) odakle se naredbe šalju serverovoj strani wrapper-a. Daljnja upotreba CORBAlearn tehnologije je u implementaciji osnovnih naredbi i unapređenju nekih dodatnih osobina.

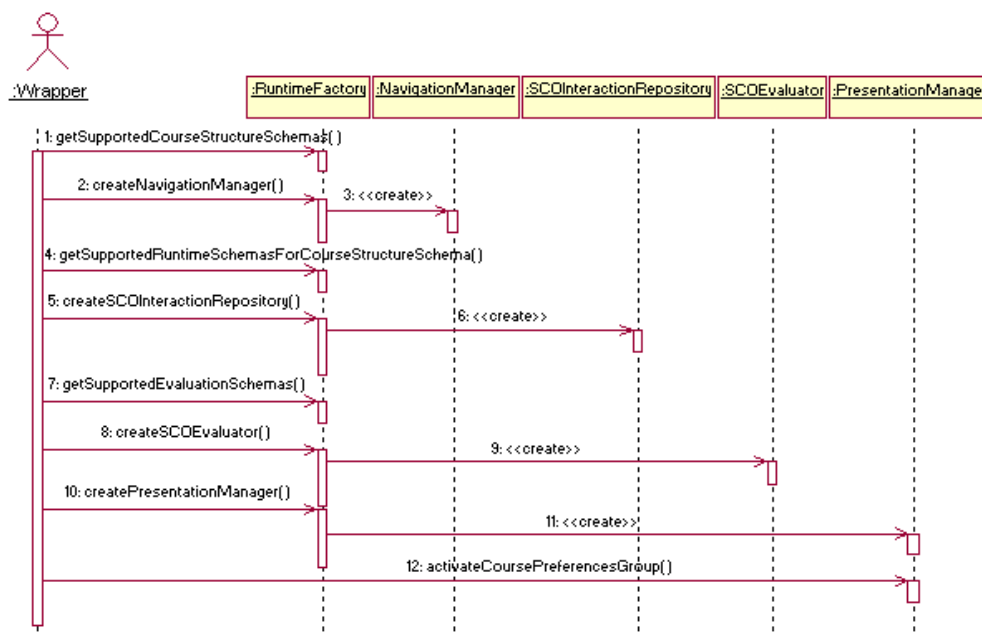
Lijevo je cijeli wrapper, koji implementira i prezentacijsku i "business logic" razinu, učitana u klijenta. HTTP se koristi za učitavanje, dok se za pristup CORBA objektima ( za naknadne pristupe CORBAlearn servisima ) koristi IIOP protokol ( Internet Inter ORB Protocol ).

Do danas je cijeli niz CORBAlearn specifikacija implementiran i testiran od web orijentiranog wrapper-a, slijedeći pristup pokazan na desnoj strani Slike 45. Kao primjer CORBAlearn upotrebljivosti, kroz sljedećih nekoliko paragrafa biti će opisano kako produkt kompatibilan sa specifikacijom Okruženja u stvarnom vremenu ( eng. Runtime Environment ) može osigurati ( CORBAlearn kompatibilnu )www orijentiranu isporuku sadržaja i alate za praćenje. Najprije, autori koriste prednosti različitih servisa potrebnih za svaku aktivnu sesiju učenja koristeći objekte koje je kreirala Runtime Factory. Slika 46. prikazuje slijedni dijagram

sa koracima koje wrapper mora slijediti kako bi aktivirao sve potrebne objekte. Koraci 1,4 i 7 predstavljaju pozive introspeksijskim metodama koje se koriste za otkrivanje stvarnog informacijskog modela sa prve razine standardizacije, a kojeg ova specifična implementacija CORBAlearn-a podržava.



Slika 45. Različite mogućnosti konačne arhitekture

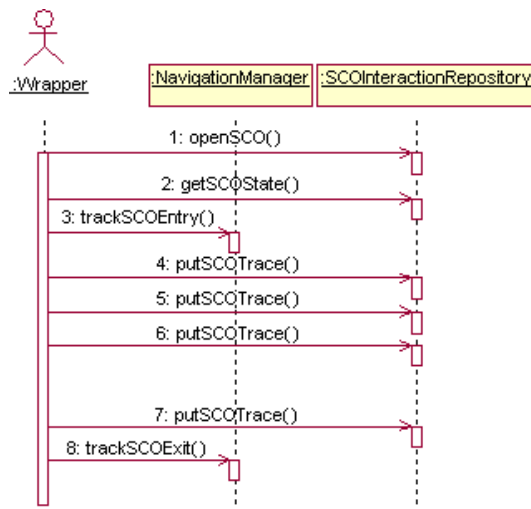


Slika 46. Koraci za aktiviranje objekata uključenih u sesiju učenja

Spomenimo neke osobine koje ovaj podsustav nudi wrapper-u:

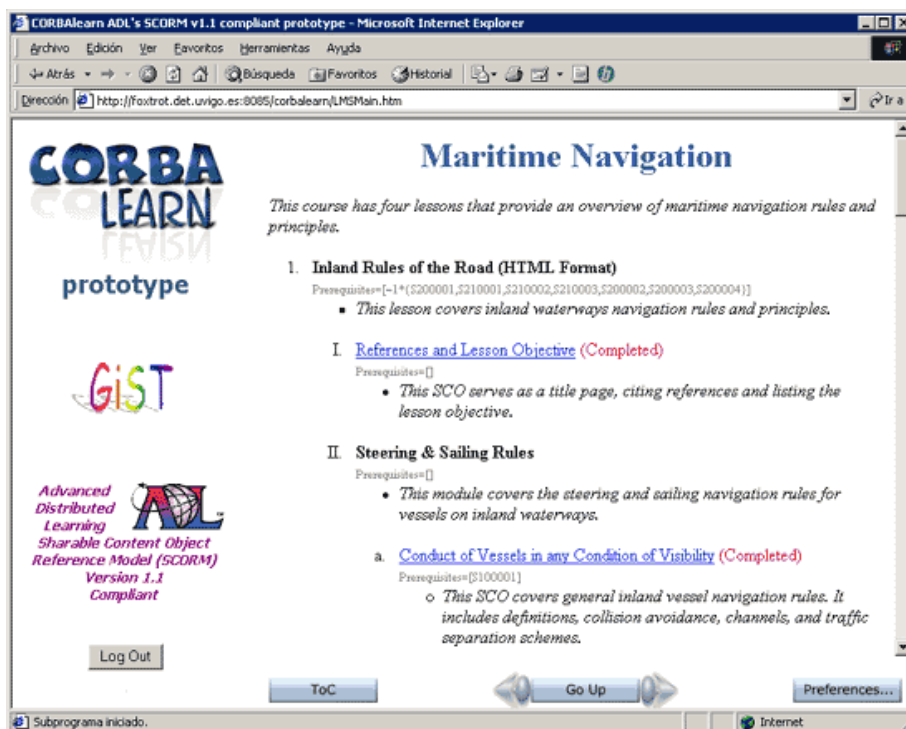
- Kontrola upravljanja tečajem. Pristup različitim lekcijama od kojih je sastavljen tečaj te provjeru preduvjeta automatski rješava CORBAlearn.
- Praćenje tečaja i SCO-a. Obe razine nadgledanja obavljaju CORBAlearn servisi. Daljnje pristupe ovim podacima osiguravaju sučelja u svrhu izgradnje tutorski

orijentiranih alata. Slika 47. prikazuje slijedni dijagram u kojem je prezentirana upotreba SCOInteractionRepository-a od strane wrapper-a u određenom scenariju.

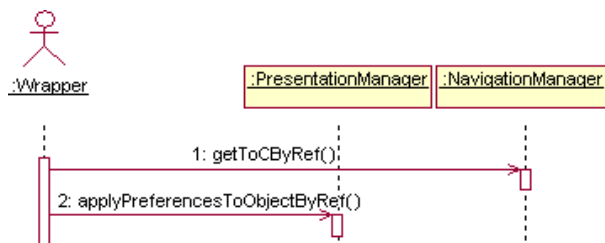


Slika 47. Praćenje SCO-a i model podataka u stvarnom vremenu

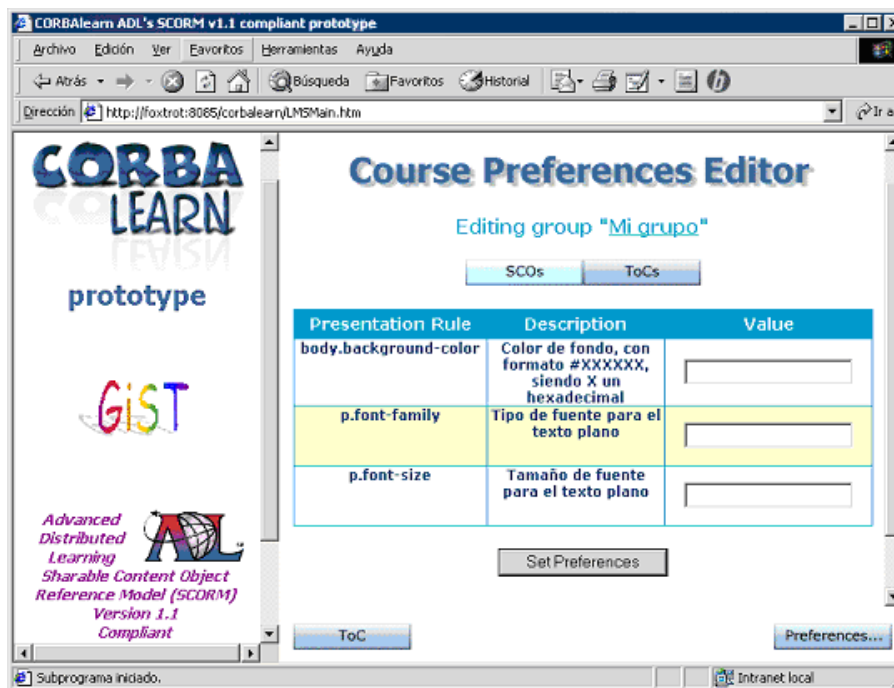
- Prilagođena prezentacija. Sučelja koja pripadaju ovom podsustavu automatski upravljaju prezentacijskim odrednicama, uključenim u učenikov profil ili ovisnim o tečaju. Slika 48. prikazuje korisničko sučelje koje osigurava wrapper kada se tablica sadržaja DoD-ovog ADL tečaja prilagodi učenikovim prezentacijskim odrednicama. U tu svrhu, wrapper mora slijediti dva koraka ( Slika 49. ). Prezentacijske odrednice ovisne o tečaju definira učenik koristeći wrapper ( Slika 50.).



Slika 48. Korisničko sučelje za prikaz tablice sadržaja tečaja



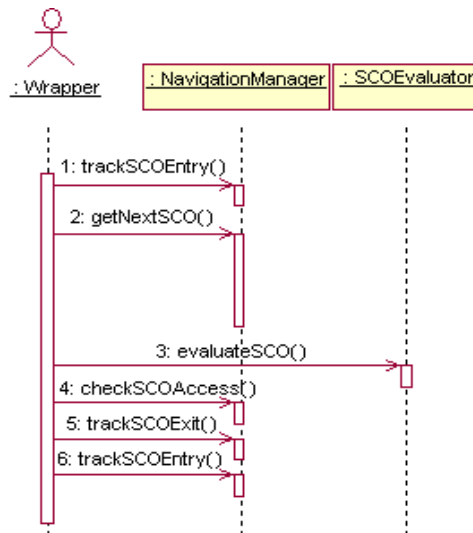
Slika 49. Slijed isporuke uobičajene tablice sadržaja



Slika 50. Korisničko sučelje za definiranje učenikovih odrednica

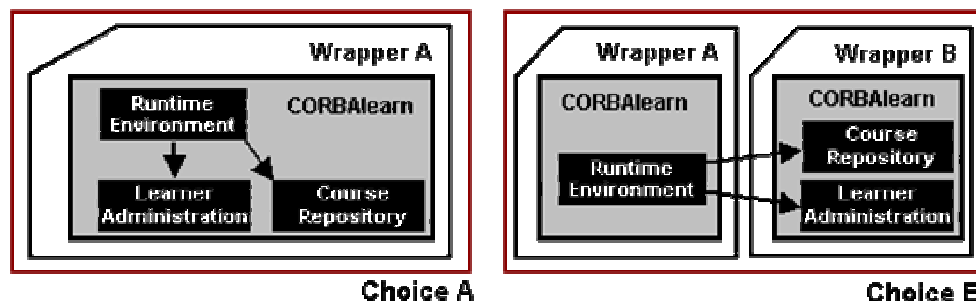
- Predvidljivo upravljanje. Upravljanje sadržajima tečaja, dopunjenog sa provjerom zahtjeva u stvarnom vremenu, se može koristiti za implementaciju predvidljivog upravljanja. Niz objekata učenja može se učitati dok učenik koristi prethodne objekte koje je osigurao wrapper. Kad učenik završi s prvim objektom, wrapper je spreman za trenutnu isporuku sljedećeg u skladu sa strukturom tečaja. Osigurane su metode za provjeru dozvola pristupa bez stvarnog učitavanja sadržaja. Slika 51. prikazuje slijedni dijagram kojeg omot mora slijediti. Mi pretpostavljamo da je prvi objekt učenja dostavljen prije koraka 1 gdje je zabilježena ova činjenica. Tijekom izvršavanja ovog objekta, wrapper zahtijeva sljedeći SCO u strukturi tečaja ( korak 2 ). U koraku 3, gdje je prvi objekt učenja vrednovan od CORBAlearn implementacije, pretpostavljamo da je učitavanje završilo. Prije izvršavanja sljedećeg objekta učenja wrapper provjerava jesu li svi zahtjevi uspješno ispunjeni ( korak 4 ). U tom slučaju bilježi se izlaz iz prvog objekta učenja ( korak 5 ) i izvršavanje sljedećeg ( korak 6 ).





Slika 51. Predvidljivo upravljanje korištenjem CORBAlearn servisa

Kao što je identificirano u referentnoj arhitekturi, podsustav Okruženje u stvarnom vremenu ovisi o servisima koja osiguravaju ostali osnovni podsustavi u ESP-u tj. Spremište tečajeva i Administracija učenika ( Slika 52. ). Prvi je potreban za pristup objektima učenja koji se moraju poslati učeniku te za pristup statičkoj strukturi i dinamičkom ponašanju tih objekata. Drugi je potreban za pristup učenikovim osobinama i za ažuriranje učenikovih prijepisa kada on ili ona savlada sadržaje. Ovi podsustavi mogu biti dio istog ESP-a kao i Okruženje u stvarnom vremenu ( lijeva strana Slike 52. ) ili mogu biti raspoređeni u različitim, i po mogućnosti razvijenim od različitih proizvođača, heterogenim e-learning sustavima.



Slika 52. Mogućnosti za implementaciju okruženja u stvarnom vremenu

## 4. ZAKLJUČAK

U ovom seminaru izneseno je trenutno stanje procesa standardizacije e-learning sustava na obje razine. Dok je prva razina standardizacije, koja se bavi specifikacijama za modele informacija, dovoljno razvijena sa dostupnim nekim de-facto standardima, druga razina, koja se bavi definicijom arhitekture i programskih sučelja je još u povojima te zahtijeva još mnogo rada. Neki prijedlozi koji su ovdje spomenuti u budućnosti bi mogli postati općeprihvaćeni standardi ili preporuke, budući se već uzimaju kao osnova za nove prijedloge i projekte. Kako bi se to postiglo, od velike je važnosti suradnja svih uključenih institucija i organizacija. Proces standardizacije e-learning-a je pun izazova jer obuhvaća brojne probleme i aspekte koje treba razmotriti a koji su bitni za obrazovanje. Ostvarenje konačnog cilja značilo bi mnoge prednosti za sve sudionike obrazovnog procesa.

## 5. LITERATURA

1. Luis E. Anido-Rifón, Juan M. Santos-Gago, Judith S. Rodríguez-Estévez, Manuel Caeiro-Rodríguez, Manuel J. Fernández-Iglesias i Martín Llamas-Nistal, "A Step ahead in E-learning Standardization: Building Learning Systems from Reusable and Interoperable Software Components", Universidade de Vigo, Spain
2. Luis E. Anido-Rifón , Manuel J. Fernández-Iglesias, Manuel Caeiro-Rodríguez, Juan M. Santos-Gago, Judith S. Rodríguez-Estévez, Martín Llamas-Nistal, "Virtual Learning and Computer Based Training Standardization. Issues and Trends", Universidade de Vigo, Spain
3. Luis E. Anido-Rifón , Manuel J. Fernández-Iglesias, Manuel Caeiro-Rodríguez, Juan M. Santos-Gago, Judith S. Rodríguez-Estévez, Martín Llamas-Nistal, " Educational Metadata and Brokerage for Learning Resources", Universidade de Vigo, Spain