

Diplomamunka

Kis Bertalan

Debrecen
2007

Debreceni Egyetem
Informatikai Kar

E-Learning szabványok nyújtotta lehetőségek a tananyagfejlesztésben

Témavezető:
Dr. Juhász István
Egyetemi Adjunktus

Készítette:
Kis Bertalan
Programtervező Matematikus

Debrecen
2007

A diplomamunka elkészítését a "GVOP-3.2.2.-2004-07-0021/3.0 - Debreceni InfoPark Kooperációs Kutató Központ" című projekt e-Learning alprojektje támogatta.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	2
2. Elektronikus tananyagok fejlesztése	4
3. A tananyagok	7
3.1. A könyvek	8
3.2. A tartalomhalmozási modell	8
3.3. A futtatókörnyezet	10
3.4. A tananyagelemek sorrendje és a navigáció	13
4. Tesztek	14
4.1. A kérdés	14
4.2. A kérdés részei	15
4.3. A kérdések munkamenetének életciklusa	16
4.4. Interakciótípusok	18
4.5. A tesztek szerkezete	19
5. Leíró adatok	21
6. Rendelkezésre álló adatok	23
6.1. Tananyagról	23
6.2. Tesztről	23
7. Feltehető kérdések	26
7.1. Tanulókra vonatkozó kérdések	26
7.2. A tananyagokra vonatkozó kérdések	28
7.3. A tesztek és tananyagok kapcsolatán alapuló kérdések	28
8. Elemzés	30
8.1. Egyszerű statisztikai módszerek	30
8.2. Kapcsolatok vizsgálata	33
8.3. Osztályozás	35
8.4. Osztályok vizsgálata	39
9. Összefoglalás	41
A. Irodalomjegyzék	44

1. Bevezetés

Az informatika egyre jobban teret nyert az élet minden területén. Már régóta jelen van az üzleti életben, ahol integrált vállalatirányítási rendszerek segítik a cégek vezetését. Jelen van a kutatólaborokban, ahol bonyolult szimulációkat végeznek nagy teljesítményű számítógépeken. Mára már az otthonokban is szinte mindenhol megtalálható egy személyi számítógép és egy internetes kapcsolat.

Az Információs Társadalom- és Trendkutató Központ (ITTK) 2006-os Magyar Információs Társadalom Jelentéséből kiderül, hogy a magyar internet felhasználók többsége otthonról kapcsolódik a világhálóra. Ezzel az otthoni internetezés megelőzi a munkahelyi és az iskolai használatot. Az internetezők 84%-a használja a netet levelezésre, ezt az információszerzés 70-80%-a követi. Az internetet ezen kívül a legtöbben játékok, zenék, képek letöltésére (65%) és internetes csevegésre (50%) használják. [1]

Az informatika és az internethasználat az oktatásban is egyre meghatározóbb szerepet játszik. Az elektronikus oktatás egyik legelső, ma is létező változatában - a számítógéppel segített oktatásban - a számítógépet a tananyagok megosztására és megtekintésére alkalmazták. Jellemzője az, hogy az oktatási anyagokat a tanulók elektronikusan kapják meg és saját maguk, egyedül tanulják meg a szükséges tananyagrészeket. A tananyagok strukturált felépítése miatt nincs szükség az oktatási folyamatot felügyelő oktatókra sem. A legjellemzőbb példa erre a nagyobb bevásárlóközpontokban kapható multimédiás lemezek, amelyek egy jól felépített anyagot tartalmaznak egyes tudományterületekről. A számítógépes környezet miatt minden egyes a számítógépen elérhető eszközt felsorakoztatják maguk mögé az egyszerű szövegeken kívül a hypertextet, audió és videó anyagokat, interaktív kezelőfelületet, szimulációkat és virtuális tereket.

Az elektronikus oktatás egy másik változatában - a webalapú oktatásban - a világháló sokkal nagyobb szerepet kap. A számítógéppel segített oktatás esetében nincsen kapcsolat a tananyag készítőjével, vagy egy szakértő oktatóval, aki a felmerülő új kérdéseket meg tudná válaszolni. A webalapú oktatásban az internetet a tanulók nemcsak a strukturált tananyag megszerzésére, hanem kapcsolattartásra is használják. A kommunikáció nemcsak az oktató és a tanuló között lehetséges, hanem a tanulók egymás között is kicserélhetik tapasztalataikat. Az oktatást általában egy külön keretrendszer segítségével oldják meg, ahol az oktatók és tanulók a rendszer

felhasználói. Az ilyen rendszerekben lehetőség van az oktatási anyagok (főleg HTML oldalak), kurzusok létrehozására, módosítására és kezelésére. A tanulók és oktatók csoportokat hozhatnak létre a közös munkához, amelynek célja egy feladat megoldása, vagy egy új tananyag létrehozása. Az ilyen rendszerek már a legújabb web 2.0 technológiákat alkalmazzák, így minden olyan kényelmi szolgáltatás integrálva található meg bennük, amelyek jól ismertek az internetezők körében. Ilyen szolgáltatások a naptár, csevegés, fórum, wiki, hírlevél, RSS és még sok minden más.

Az e-learning a rendelkezésre álló informatikai technológiákat alkalmazza az oktatás megvalósítására, így felhasználja a számítógéppel segített oktatást és a webalapú oktatást, mint eszközöket. A megvalósítási irányzat itt is a webalapú rendszerek alkalmazása, amely minden jó tulajdonságot örökölt a webalapú oktatástól. Az e-learning viszont nemcsak egy webes rendszert jelent, hanem új pedagógia módszertant is bevezetett. Az e-learning oktatásban való felhasználása nem merül ki abban, hogy az informatikát eszközként használják föl, hanem az oktatási módszertanokat dolgoztak ki az informatikai nyújtotta új lehetőségekhez.

Felhasználásának két módja a legelterjedtebb, amelyek közül az ún. tiszta e-learning esetén a tanulók és oktatók csak kizárólag elektronikusan kommunikálnak. Ez a mód alkalmas a távoktatás megvalósítására, ahol a tanulók saját ütemterv szerint aszinkron módon végezhetik el a felvett kurzusaikat. A másik elfogadott irányzat a kevert (blended) e-learning, amely esetben a tananyagot hagyományos óra keretében egy e-learning rendszer felhasználásával egy oktató magyarázza el a tanulók számára, így kihasználva a számítógép adta lehetőséget mind a tantermi oktatásban, mind az otthoni tanulásban. Az e-learning a 90-es évek végén jelent meg a köztudatban és azóta egyre nagyobb teret hódít magának. Az ezredforduló környékén indult el az e-learning szabványosításának folyamata, amelyben a piacon kapható keretrendszerek közötti átjárhatóságot akarják megvalósítani.

A dolgozatban ezeknek a szabványok és a keretrendszerek felhasználásával olyan eljárást mutatok be, amely az e-learning oktatási anyagainak minőségét javítja a tananyagkészítőnek adott részletes elemzés alapján.

2. Elektronikus tananyagok fejlesztése

Ez a dokumentum nem egy új tananyag létrehozásának pedagógiai módszereit feszegeti, hanem már meglévő tananyagok minőségét, érthetőségét és használhatóságát szeretné növelni úgy, hogy egy jól meghatározott módszert ad a tananyagok mérésére és a mérésekből származó adatoknak a feldolgozására. A legtöbb bemutatott módszert alkalmazzák a hagyományos oktatás keretein belül is, de a tananyagok és tesztek mérése ekkor nagy erőfeszítéseket igényel az oktatóktól. Ennek egyik megoldása az elektronikus oktatás felhasználása, ahol a számítógép elvégzi ezeket a feladatokat. Az elektronikus oktatási formák közül is a legjobb megvalósításnak az e-learninget tartom, hiszen olyan elterjedt szabványokkal rendelkeznek, amelyek lehetőséget adnak ezeket a szabványokat támogató rendszerek fejlesztői számára, hogy az itt bemutatott módszereket is implementálják. Ilyenkor a módszereket felhasználni kívánó fejlesztőknek kevesebb helyen kell jelenlegi implementációikat megváltoztatni, bővíteni.

Vehetjük kezdeti állapotnak azt, amikor már egy létező e-learning keretrendszerben, egy LMS-ben (Learning Management Systemben), egy létező kurzust több tanuló elvégeztet. Ekkor már a kurzushoz rendelt tananyagokat áttanulmányozták, a tesztek és felmérések kitöltötték, használták a fórumot, böngésztek a wiki oldalakat, vagyis használták a rendszert. Ha a tananyagfejlesztőnek, oktatónak lehetősége van a kurzushoz rendelt elemek, mint a tananyagok, használatának nyomon követésére, akkor olyan következtetéseket vonhatnak le, amelyek nagyban befolyásolhatják a tananyag szerkezetét a kurzus következő meghirdetésekor. Például az aktuális kurzus lezárásakor a tanulók 70%-a nem nézte meg a tananyagban az egyik fogalmat, de a felmérésekben szinte mindenki helyesen válaszolt az arra vonatkozó kérdésekre. Ekkor a következő kurzusban a tananyag ezen részét nyugodtan ki lehet venni és a tananyag egy kapcsolódó pontjához beilleszteni egy rövidített változatát.

A számunkra fontos egységek egy kurzuson belül a tananyag és a teszt, ezért fontos ismerünk azokat a szabványokat és specifikációkat, amelyek ezek megvalósításával, leírásával és a futtatásukkal foglalkoznak. Ezek megismerése után foglalkozhatunk azokkal az adatokkal, amelyeket a használatuk során a rendszer már most vagy kis módosítással naplózni tud. Ez nagyon sok adatot jelent akár pár tíz felhasználó esetén is, amelyek a mennyiség miatt emberi feldolgozásra alkalmatlanok.

Szükség van tehát egy olyan eljárásra, amely a felhalmozott adatokból egyszerűsített, ak-

kumulált mennyiségeket hoz létre. Ez statisztikai vizsgálatok, elemzés segítségével történik. Tisztázni kell, hogy mely statisztikai módszer, mely adatokból milyen eredményeket tud szolgáltatni és azt, hogy az az eredmény valóban azt a tendenciát tükrözi, amely miatt a vizsgálatot elkészítettük. Ennek megállapítására a módszerek részletes tesztelése nyújthat igazolást, de ennek bemutatására ebben a dokumentumban nincs lehetőség.

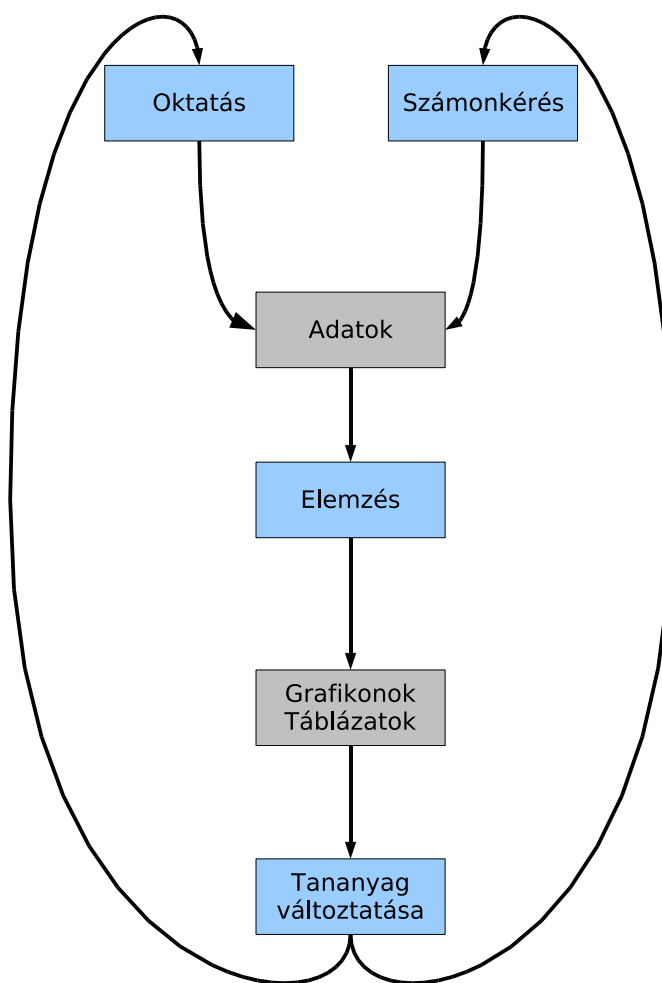
Eddig külön-külön a tananyagok és a tesztek használatából nyert adatokat tudtuk feldolgozni. Nem volt lehetőség a tesztek és a tananyagok összekapcsolására, amely alapján a teszteken elért eredményekből a tananyag minőségére tudunk következtetni. Gyakorlatilag a legjobb az lenne, ha a tesztben előforduló kérdésekhez és az azon belüli válaszlehetőségekhez lehetne egy-egy tananyagrészt rendelni. Ezt technikailag is meg kell oldani, amely megoldás az LMS rendszerekben egy újabb adatbázis tábla létrehozásával megadható, de a szabványok szintjén már más a helyzet. Olyan megoldást kell találni, amely a jelenleg ismert e-learning szabványokat használja fel és össze tudja rendelni az egyes tesztek, tesztkérdéseket a tananyag egy-egy részével.

A statisztikai vizsgálat eredményeit a tananyagkészítőnek, oktatónak kell rendelkezésre bocsátani olyan formában, amely könnyen érthető, vagy könnyen elmagyarázható. Ennek legjobb módja a grafikonos megjelenítés, amelyről első pillanattól fogva egyértelműen leolvashatóak az eredmények. Ezt a megjelenítési módot ajánlatos használni kevés kimeneti adat esetén. Ha sok a megjelenítendő adat, akkor a táblázatos forma is megfelelő. Akármilyen megjelenítéssel is tárjuk az oktató elé az adatokat, akkor is maga az oktató fog döntést hozni a tananyag megváltoztatásáról. Csak az oktató vagy a tananyagkészítő tud megfelelő döntést hozni a tananyag és teszt részeinek megváltoztatásáról. Ezt a döntést segíti, ha a tanulók eredményeit össze tudják hasonlítani.

A vizsgálataink során felmerül az az igény, hogy a tanulók diszjunkt csoportjainak eredményességét vizsgáljuk, hiszen egy színvonalas oktatásban minden tanulónak közel azonos eredménnyel kell végeznie. Ehhez szükség van a tanulók személyes adataira is. Sajnos nincsen olyan szabvány, amely megmondja, mely személyes adatokat kell a tanulókról, felhasználókról eltárolni a rendszerekben. Ezért minden LMS szabadon dönthet mely adatokat kezeli. A releváns személyes adatok között szerepelhetnek a következők: nem, életkor, születési hely, lakhely, végzettség, családi állapot, beosztás, testvérek száma, stb. Ha a csoportok közötti eltérések túl nagyok, akkor az oktatás minősége nem megfelelő. Például egy továbbképzésben

használt e-learning rendszerben a 30 és 40 év közötti tanulók eredménye sokkal jobb, mint a 40 és 50 év közötti tanulók eredménye, akkor a tudás felméréséhez használt kérdéssor valószínűleg olyan tudást feltételez, amelyet előzőleg az oktatott tananyag nem részletezett, de a fiatalabb generáció már ismeri.

A részletesebb tárgyaláshoz ismerni kell azokat az adatokat, amelyek alapján statisztikai vizsgálatot végezhetünk. Ezeket az e-learning szabványok tanulmányozásával határozhatjuk meg, ezért először a tananyagokat, tesztek és az ezekhez kapcsolódó adatokat szabályozó specifikációkkal foglalkozom. Ezután részletesen bemutatom a szabványok és LMS rendszerekből kinyerhető adatokat. Ha már rendelkezésre állnak ezek az adatok, akkor megfogalmazhatjuk azokat a kérdéseket, amelyekre a statisztikai vizsgálatoktól választ remélünk. Utolsó lépésben pedig a kérdések megválaszolásához legjobban illeszkedő statisztikai módszereket mutatom be.



1. ábra. Az oktatási anyag minőségjavításának lépései

3. A tananyagok

Az e-learning világban általánosan elfogadott tananyagokat leíró specifikáció a SCORM, vagyis a Sharable Content Object Reference Model. A specifikációt az Advanced Distributive Learning (ADL) kezdeményezés hozta létre és gondozza a mai napig az Amerikai Védelmi Minisztérium szárnyai alatt. Első megjelenése óta a vezető szabványok egyfajta gyűjteményeként gondolhatunk rá, amelyben azok együttes felhasználásához ad szabványos útmutatást.

A 2000 januárjában megjelent első változat még csak egy tesztváltozat volt, amelyet a fejlesztőknek szántak kipróbálásra és véleményezésre. A sok sikeres teszt után maga az ADL is készített egy referencia implementációt és egy vizsgáló szoftvercsomagot. Egy évvel később a tapasztalatok alapján kiadták a specifikáció 1.1-es változatát, amely a hibajavításokon kívül az addig Sharable Courseware Object Reference Modelnek nevezett szabványt átkeresztelte a most ismertre. Az első nagy áttörést a 2001 októberében megjelent 1.2-es változat hozta meg. Ez az a változata a szabványnak, amelyet a legtöbb e-learning keretrendszer támogat. A siker köszönhető a SCORM 1.2 tananyagok keretrendszerek közötti szállíthatóságának is, amely csak ettől a változattól volt elérhető. A következő változat új verziószámítási módszert vezetett be, amely alapja, hogy a szabványt megtestesítő könyvek külön-külön kapnak verziószámot. Így a 2004 januárjában megjelent szabvány egységesen a SCORM 2004 1st Edition nevet kapta, míg a szabványt alkotó könyvek az 1.3-as verziót. Ebben a változatban újradolgozták az összes könyvet, mely során elvégezték a hibajavításokat is. Ezt a változatot az ADL hivatalosan nem támogatja. A következő változatra nem kellett sokat várni, hiszen a SCORM 2004 2nd Edition már júniusban megjelent. A könyveket átdolgozták úgy, hogy nagyobb hangsúlyt fektettek a tananyagok webes felhasználására. Ezek alapján kiegészítették a tartalomhalmozási modellt és a futtatókörnyezet specifikációit is. Minden könyv az 1.3.1-es verziót kapta. A jelenlegi változat a 2006-os SCORM 2004 3rd Edition, amelyben legjellemzőbb változás az, hogy az alkotó technológiák új verzióihoz igazították a tananyag leírását és futtatását is. Érdekességként megemlíthető, hogy az alkotó könyvek verziószáma 1.0-ra változott. [5]

3.1. A könyvek

Minden jelentős SCORM specifikáció több könyvből épül fel. Mindegyik könyv egy speciális területtel foglalkozik, de a könyvek között vannak átfedések is.

A SCORM mindegyik változatában található egy áttekintő könyv, amely a specifikáció egészéről egy általános képet ad az Olvasónak. Ezt ajánlott elolvasni mindenkinek, aki tisztában szeretne lenni a szabvánnyal. A további könyvek közül az egyik a tartalomhalmozási modellt (Content Aggregation Model, CAM) tartalmazó könyv. Ebben a tananyag csomagolását, szállítását, leírását és a tananyagelemek csoportosítását tárgyalja a szabvány. Ebben a könyvben található meg minden olyan információ, amely a tananyag statikus (nem futás közbeni) kezeléséhez szükséges.

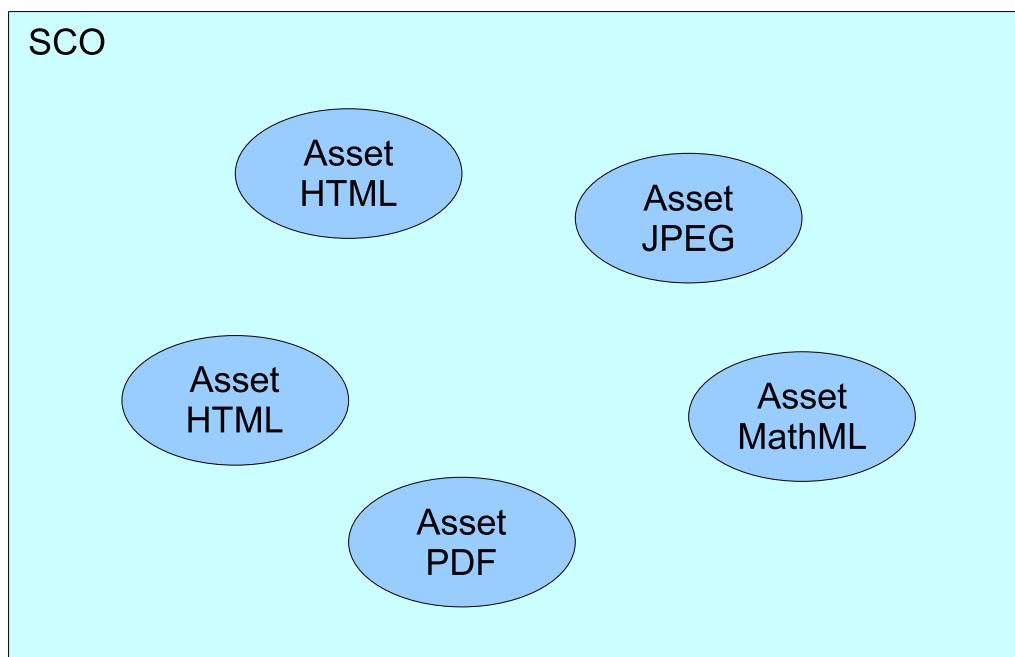
Másik könyv a futtató környezetet (Runtime Environment, RTE) tartalmazó könyv. Ebben tárgyalja a szabvány az összes olyan teendőt, amelyet a tananyag futtatásakor kell elvégeznie a futtató rendszernek. Ilyen lehet a tananyagelem és a futtató környezet kommunikációját megoldó API meghatározása is.

A SCORM 2004-től kezdve egy újabb könyv is bekerült a gyűjteménybe. Ez a tananyagelemek sorrendjét és a navigációt szabályozó könyv (Sequencing and Navigation). Sok átfedése van a CAM és az RTE könyvekkel, hiszen a sorrend meghatározását statikusan le kell írni, majd azt a futtató környezetnek kell betarttatnia. [6][7]

3.2. A tartalomhalmozási modell

Ez a könyv a felelős a tananyag szerkezetének leírásáért. A tananyag szerkezetét a tananyag dekompozíciójával megkapott tananyagelemek hierarchiájával határozza meg. A tananyagelemek a tananyagban a legkisebb önálló jelentéssel bíró elemek. A SCORM assetnek (vagyontárgynak) nevezi azt a tananyagelemet, amelyet már nem lehet részeire bontani, így az egy egységet alkot. Egy asset általában egy fájl, kép, hanganyag, videó, szöveg, képlet, PDF, DOC, XLS, PPT vagy HTML szokott lenni. A tanuló ezeket letöltheti, megnézheti, elolvashatja, vagy meghallgathatja. Nincsen viselkedése, ugyanúgy kezelhető, mint bármely állomány.

Az assetekből összetettebb tananyagelemeket is létrehozhatunk, amelyeket Sharable Content Objectnek (SCO) nevezünk. Ezek tipikusan HTML dokumentumok, amelyekhez szükséges összes erőforrást assetként tartalmazzák. A SCO-k jellegzetessége az, hogy a tananyagelem



2. ábra. Egy SCO felépítése

kommunikál a futtató rendszerrel, amíg azt egy tanuló böngészi. Ez lehetőséget ad arra, hogy különböző tanulók számára máshogyan viselkedjen a tananyagelem.

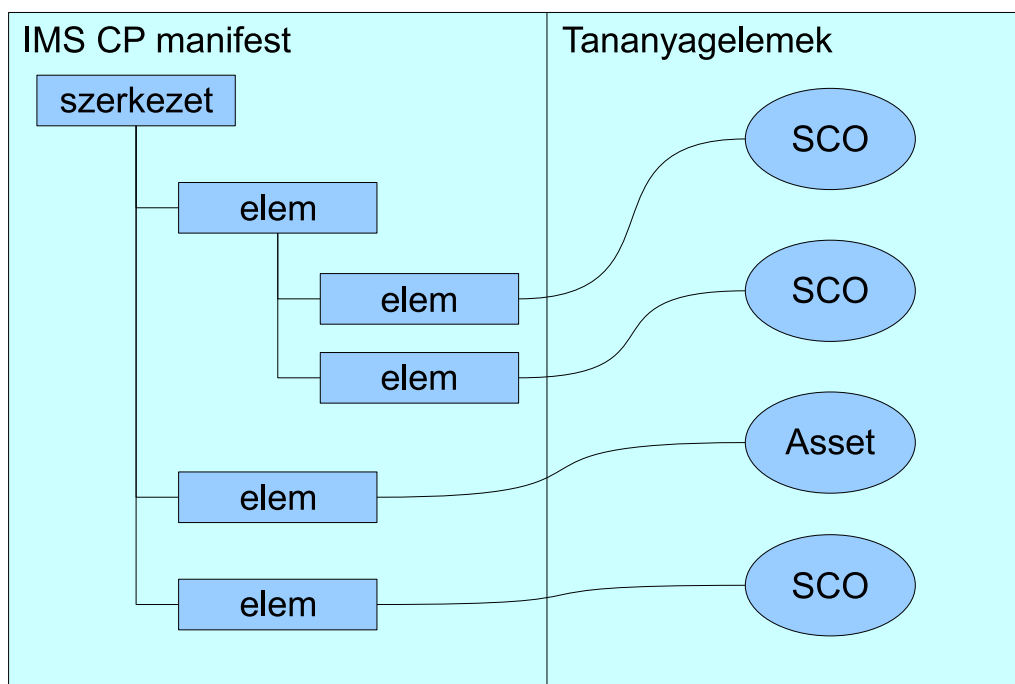
Az assetekből és a SCO-kból alkotott hierarchia a tananyag. Ezt a hierarchiát az IMS CP szabvány által meghatározott manifest XML állományban lehet összeállítani. A tananyag szerkezetét több elem alkot. Egy elem lehet egy asset, SCO vagy több újabb elemek szülője.

Az IMS CP nemcsak az erőforrások hierarchiájának megadására használható, hanem az erőforrások csomagolására és szállítására is. Gyakorlatilag egy ilyen tartalomcsomag egy zip állomány, amelyben a manifest állomány írja le a benne található összes többi állomány szerepét. A manifest állomány szerkezetét az IMS CP 1.1.4 verziójának XSD (XML Schema Definition) állománya határozza meg a SCORM 2004 3rd Edition esetében. [8]

A tananyaghoz és a tananyagelemeihez leíró adatokat is mellékelhetünk, amelyre lehetőséget az IEEE LTSC LOM (Learning Object Metadata) szabvány az IMS CP manifest állományba integrálása biztosít számunkra. Az erőforrásokhoz rendelhető metaadatokról a későbbiekben még lesz szó. [12]

A számunkra fontos elem a SCO és annak kezelése lesz, hiszen egy ilyen elem tartalmazza a tananyagban egy fogalom magyarázatát. A SCO-k böngészésének nyomkövetésével olyan adatokhoz juthatunk, amelyekből a tanulók szorgalmára tudunk következtetni.

További információkat a [7] Content Aggregation Model című könyvben találhatunk.



3. ábra. A tananyag részeinek leírása a manifest állományban

3.3. A futtatókörnyezet

Ez a könyv tartalmazza a keretrendszerektől elvárt olyan feltételeket, amik alapján a SCORM csomagok a különböző keretrendszerekben is ugyanúgy viselkednek. A futtatókörnyezet feladata három fő részre bontható.

Az első közülük a SCO-k elindításának és lezárásának szabályozása. Ez az SCO a tanuló böngészőjében való megjelenítésékor elvégzendő műveleteket és új SCO-ra váltáskor vagy a böngésző bezárásakor elvégzendő műveleteket jelenti. A második az SCO és LMS közötti kommunikáció módját határozza meg. A harmadik pedig a kommunikáció során cserélhető adatok modelljének leírása.

A kommunikáció és a SCO elindításának és lezárásának alapja egy API példány. Ezt a példányt az LMS biztosítja, így minden LMS saját API példányt hozhat létre, amelyben a kommunikációt a böngésző és a rendszer között teljesen a rendszer fejlesztőire bízva. A szabvány csak annyit szabályoz, hogy milyen metódusok legyenek elérhetőek a SCO számára. Ahhoz, hogy a tananyagelem ténylegesen fel tudja használni ezeket az ECMAScript függvényeket, a böngészőnek olyan HTML dokumentumot kell megkapnia, amelyben az API példány egy külső

szinten, a tananyagelem pedig belső szinten helyezkedik el. Ennek legelterjedtebb módja az, hogy a tananyagelemet beágyazzák az API példányt tartalmazó dokumentumba (egy iframe HTML tagban, vagy egy előbukkanó ablakban könnyen megjeleníthető a SCO). Ezzel a módszerrel az SCO könnyen megtalálhatja a megfelelő példányt, ha a dokumentum szülői között keresi azt.

Az API metódusait három csoportba lehet sorolni. A munkamenet metódusok a tananyagelem és az LMS közötti kommunikáció kezdetén és végén futnak le, így elvégezve az összes inicializációs és deinitializációs feladatot. Az adatszállító metódusokkal tud az SCO és a rendszer adatokat cserélni. A támogató metódusokkal végezhetjük el az egyéb tevékenységeket, amelyek közül a legfontosabb a hibák kezelése.

A munkamenet metódusok:

- **Initialize("")**: ezzel lehet a kommunikációt előkészíteni.
- **Terminate("")**: ezzel lehet a kommunikációt befejezni.

Adatszállító metódusok:

- **GetValue(param)**: ezzel tud az SCO adatot lekérdezni az LMS-től, a paraméter az adatmodell elemének kell lennie. A visszatérési értéke tartalmazza a lekérdezés eredményét karaktersorozatként.
- **SetValue(param1, param2)**: ezzel tud az SCO adatot küldeni az LMS-nek, az első paraméter az adatmodell egy eleme, a második paraméter a beállítandó érték.
- **Commit("")**: az SCO ennek a metódusnak a hívásával kényszerítheti ki az LMS-től, hogy a küldött adatait tárolja le.

Támogató metódusok:

- **GetLastError()**: az utolsó hiba kódjával tér vissza.
- **GetErrorString(param)**: a paraméterben megkapott hibakódhoz tartozó szöveget adja meg.
- **GetDiagnostic(param)**: a paraméterben megkapott hibakódhoz tartozó részletes jelentést adja vissza. Ha a paraméter az üres sztring, akkor a legutolsó hibához tartozó jelentést kell adnia.

Az API példány életciklusában három állapotot vehet fel: *nem inicializált*, *futó* és *leállított*. A példány mindaddig a *nem inicializált* állapotban van, amíg a SCO meg nem hívja az *Initialize()* metódust és az sikeresen le nem futott. Addig a pillanatig csak az *Initialize()*, *GetLastError()*, *GetErrorString()* és *GetDiagnostic()* metódusokat lehet meghívni a példányon. A sikeres inicializáció hatására az állapot átvált a *futó* állapotra, amelyben meghívhatóak a *Terminate()*, *Commit()*, *GetLastError()*, *GetErrorString()* és *GetDiagnostic()* metódusok. A *Terminate()* sikeres lefutása esetén a példány állapota a *leállított* állapotba lép, ahol csak a *GetLastError()*, *GetErrorString()* és *GetDiagnostic()* metódusokat lehet meghívni.

Eddig nagy vonalakban megismerhettük, hogyan is néz ki egy SCO életciklusa, hogyan "kel életre", hogyan "hal meg" és hogyan kommunikál a futtató rendszerrel. Viszont még nem ismerjük a kommunikáció során cserélhető adatokat. Ezt a SCORM RTE adatmodell specifikációja mondja meg. A SCORM 2004 előtti verziókban az adatmodellnek az AICC CMI001 Guideline for Interoperability specifikációját használták fel erre a célra. Mivel az AICC ezt a specifikációt átnyújtotta az IEEE-nek szabványosítás céljából, ezért a SCORM 2004 az IEEE 1484.11.1 Standard for Learning Technology Data Model for Content Object Communication részhalmozát használja, amely a CMI001 alapjain nyugszik.

Jelenleg 25 adatmodell elemet ismer a SCORM 2004, amelyeknek mindegyiknek meghatározott azonosítója, típusa és részletes leírása van. Ezek közül csak azokat mutatom be, amelyek a későbbiekben a számunkra hasznosak lesznek. Fontos megjegyezni, hogy egy-egy ilyen adatmodell elem értéke mindig függ a SCO-tól és a tanulótól, így más tanulók esetében ugyanahhoz a SCO-hoz és ugyanahhoz az adatmodell elemhez más érték társul. [7]

- **cmi.completion_status**: Négy értéket vehet fel: *complete*, *incomplete*, *not attempted* vagy *unknown*. A megfelelő érték beállítása az SCO-tól és az LMS-től függ. Alapja lehet az SCO-ban meglátogatott oldalak száma, vagy akármilyen más előre definiált cél teljesítése is.
- **cmi.success_status**: a teljesítés minősítésére használt adatmodell elem, amely teljesen az SCO-tól függ. Értékei a *passed*, *failed* és az *unknown* lehetnek.
- **cmi.session_time**: az aktuális SCO-val eltöltött idő, ha az SCO nincs megnyitva, akkor az utolsó munkamenet idejét tartalmazza.
- **cmi.total_time**: Az SCO-val töltött összes idő.

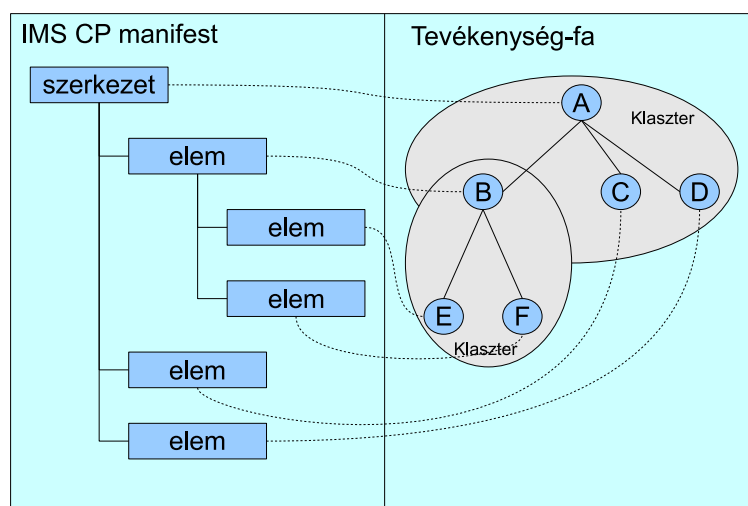
3.4. A tananyagelemek sorrendje és a navigáció

Ezzel a kérdéskörrel a SCORM 2004 Sequencing and Navigation (SN) könyve foglalkozik. A sorrend megállapításához az IMS Simple Sequencing specifikációjának kiegészített változatát használja fel. A név nem a specifikáció egyszerűségére utal, hanem a felhasznált szabályok végességére, de így is eléggé vaskos specifikációról van szó. Ez látszik az SN könyvön is, hiszen a három fő SCORM 2004 könyv közül ez a legnagyobb.

A könyv első része azokat a szabályokat írja le, amelyek alapján meghatározható, hogy az aktuális tananyagelemről melyik tananyagelemekre engedélyezett a navigáció. A második fele a navigációs kérélmeket és egy ilyen kérelem érkezésekor végrehajtott egyéb műveleteket részletezi.

A sorrend szabályozásához egy ún. tevékenységi fát épít fel az LMS a tartalomcsomagban lévő tananyagszerkezet leírásból. Minden egyes elemhez egy tevékenységet rendel a rendszer. Így kapjuk meg a tevékenységi fát. Ebben a tevékenységi fában azok a tevékenységek, amelyeknek van gyermekük klasztert alkotnak a közvetlen gyermekeikkel együtt. A levélként szereplő tevékenységek nem alkotnak klasztert. A továbbiakban az ilyen klaszterekhez rendelhetünk szabályokat, amelyek megmondják azt, hogy melyik gyermeket kell vagy lehet megjeleníteni, ha a klaszter gyökértevékenységét választottuk.

Részletesebb leírást a [7] Sequencing & Navigation című könyvben tekinthetünk meg.



4. ábra. A tananyag szerkezetéből építet tevékenység-fa

4. Tesztek

A tesztek és kérdéssorok leírását szabályozó egyik legfontosabb és legismertebb specifikáció az e-learning világban a Question & Test Interoperability (QTI). Ezt a specifikációt ugyancsak az IMS Global Learning Consortium hozta létre, mérlegelve az informatikai eszközök képességeit és azok alapján meghatározta az elektronikus számonkérések legfőbb tulajdonságait. A specifikáció feladata az elektronikus tesztek és kérdések adatmodelljének meghatározása, ebben az adatmodellben leírt kérdéssorok kezelésének leírása, más szabványokkal való összekapcsolásának definiálása, és a tesztek kitöltéséből adódó adatok leírási módjának meghatározása.

Az első változat 1999-ben megjelent 0.5-ös verzió volt, amely alapján még abban az évben eldöntötték az 1.0 változat elkészítését. Ennek a verzióknak első nyilvános változata 2000 februárjában jelent meg, majd májusban elfogadták a végleges változatot. Két alkalommal egészítették ki új adatelemekkel a specifikációt, így 2003-ban megjelenhetett az 1.2.1-es változat is. Ezek után az IMS Global Learning Consortium más e-learning szabványokra koncentrált, mint például a tartalomcsomagokra (Content Package), a tananyag navigációra (Simple Sequencing), és a tananyagtervezésre (Learning Design). A QTI specifikáció sokáig nem fejlődött, így igény támadt a QTI specifikáció kiterjesztésére, hogy a többi jelentős szabvány által nyújtott szolgáltatásokkal együtt tudjon működni. Így 2005-ben megjelenhetett a specifikáció 2.0-ás változata, amely egy teljesen újratervezett adatmodellt vezetett be, ezért visszafelé nem kompatibilis az elődjeivel. Jelenleg a 2.1-es verzió nem végleges, de nyilvános változata a legfrissebb a tesztek leíró adatmodellek közül. Ebben főleg a 2.0-ás verzió hibáinak javítását végezték el. [9]

4.1. A kérdés

A szabvány szempontjából a legfontosabb egység a kérdés, amelyet elemnek (item) nevez. Egy ilyen elem a teszt kitöltője számára megjelenített információkon kívül a kérdésben szereplő interakciókat és a válaszok pontozási szabályait és a visszacsatolást is tartalmazza. Az interakciók határozzák meg a kérdés jellegét, ezeken keresztül tud a tanuló választ adni. Az elemeknek alapvetően négy fajtája van, amelyeket az elem leírásakor felhasznált eszközök határoznak meg. Így egy elem jelenthet egy egyszerű kérdést, összetett kérdést, adaptív kérdést vagy kérdésminit. Az egyszerű kérdés a már megszokott tesztkérdés fogalmát rejti, technikai szempontból

annyit jelent, hogy csak egyetlen interakció szerepel az elemben. Az összetett kérdés esetében több interakció is megjelenik a kérdésben, amelyek típusának nem kell megegyezni. Az adaptív kérdés egyfajta összetett kérdés, amelyben egy interakció helyes vagy helytelen megválaszolása alapján a kitöltő más-más újabb interakciót tölthet ki. Érdeemes megjegyezni, hogy egy ilyen adaptív elemnél látszólag több kérdést tölt ki a tanuló, de azok mégis egy kérdésnek számítanak. Lehetőség van arra is, hogy a hasonló kérdéseket egy kérdésként adjuk meg a kérdésminta (template) segítségével. Ekkor a hasonló kérdések váza megegyezik és csak bizonyos adatok, szavak, értékek különböznek. A kérdésminta segítségével rögzíthetjük a vázat és a konkrét kérdések előállítási szabályait. Ezen szabályok alapján hozza létre majd a futtató rendszer a konkrét kérdést. A konkrét kérdés lehet egyszerű, összetett vagy adaptív kérdés is és nincsen megkötés a kérdésekben használt interakciókra sem. [10]

4.2. A kérdés részei

Egy elem leírásakor fontos tudnunk, milyen részekből építhetjük fel azt, hiszen minden ilyen résznek külön jelentése van. Ilyen részekkel határozhatjuk meg, hogy milyen tulajdonságai lesznek a kérdésnek, mit fog látni a tanuló a kitöltés közben, milyen típusú a kérdés, hogyan alakul a kérdés pontozása, és hogyan viselkedik a kérdés a rendszerben.

Az egyik opcionális, de valójában egy kérdés esetében elhagyhatatlan rész a törzs. A törzsben adhatjuk meg a kérdésünk szövegét, a hozzá tartozó képi és egyéb tartalmakkal együtt, vagy a lehetséges válaszokat, még hozzá az XHTML és MathML nyelvek valamint az interakciók segítségével. A kérdésnek ezt a részét szinte egy az egyben a tanulók elé rakja a futtató rendszer, amikor a tesztet töltik ki. Ehhez a részhez lazán kapcsolódik a stílus leírás rész is, amelyben tetszőleges külső stíluslapot (Cascading Style Sheets) adhatunk meg, hogy a futtató rendszer a megjelenítéskor azt használja a beépített stíluslapot figyelmen kívül hagyva.

A következő részek a válaszok feldolgozásának leírására használhatóak fel. Az interakciókra adott válaszokat válaszváltozóban helyezi el a rendszer. Az interakciók típusától függ az, hogy milyen típusú változóban tárolható a kitöltésből származó válasz. A törzs részben elhelyezkedő interakcióknak olyan változóban kell elhelyezni a válaszokat, amelyeket a rendszer már ismer. Ennek alapján szükség van egy válaszváltozókat leíró részre, a válaszdeklarációkra. Ebben a részben vehetünk fel egy vagy több válaszváltozót és határozhatjuk meg típusaikat és kezdeti értékeiket, majd az interakciókban a változók nevével hivatkozunk rájuk. A kérdés

kitöltése után ezek a változók csak a kitöltő válaszát reprezentálják és nem a pontszámot. A kérdések kitöltése után a válaszváltozók alapján a rendszer kiszámítja az adható pontszámot. A pontszámot és egyéb információkat a kimeneti változók tárolják el. A kimeneti változók alapján lehet minősíteni a tanuló eredményét az adott kérdésre vonatkozóan. Ezeknek a változóknak is kell egy olyan leíró rész a kérdés leírásán belül, amely meghatározza a típusukat és kezdeti értékeiket. Ezt a részt nevezik kimeneti deklarációknak. A kimeneti változók a válaszváltozók értékei alapján kapnak értéket. A kimeneti változók értékét nem beépített algoritmusok határozzák meg, hanem a kérdés készítője határozhatja meg a válasz feldolgozás részben. Ebben a részben nagyon sok eszköz áll rendelkezésre a konverziót végző algoritmus vagy szabály leírására. Lehetőség van egy külön állományban elhelyezni a válasz feldolgozást, amely megkönnyíti az ugyanolyan szerkezetű kérdések válaszainak feldolgozását. Lehetőség van a válaszváltozók alapján előre létrehozott visszajelzés küldésére a tanulónak, amelyben elmagyarázhatjuk az adott válasz miért helyes vagy éppen helytelen. Ezt a visszacapcsolás részben kell megtennünk.

Ezekon kívül még két részt lehet megemlíteni egy kérdés leírásánál, amelyek a kérdésmintához kapcsolódó adatokat és szabályokat írják le. A kérdésminta alapján a rendszer új kérdéseket tud generálni. Ehhez a generáláshoz szükséges adatokat a mintaváltozók tartalmazzák. Ezeket a változókat a mintadeklarációkban lehet megadni, és a törzsben lehet felhasználni az értékeiket. A mintaváltozók nem kapnak kezdeti értéket a mintadeklarációban, így azokhoz értéket kell rendelni. Ennek generálási szabályait a mintafeldolgozás rész tartalmazza. [10]

4.3. A kérdések munkamenetének életciklusa

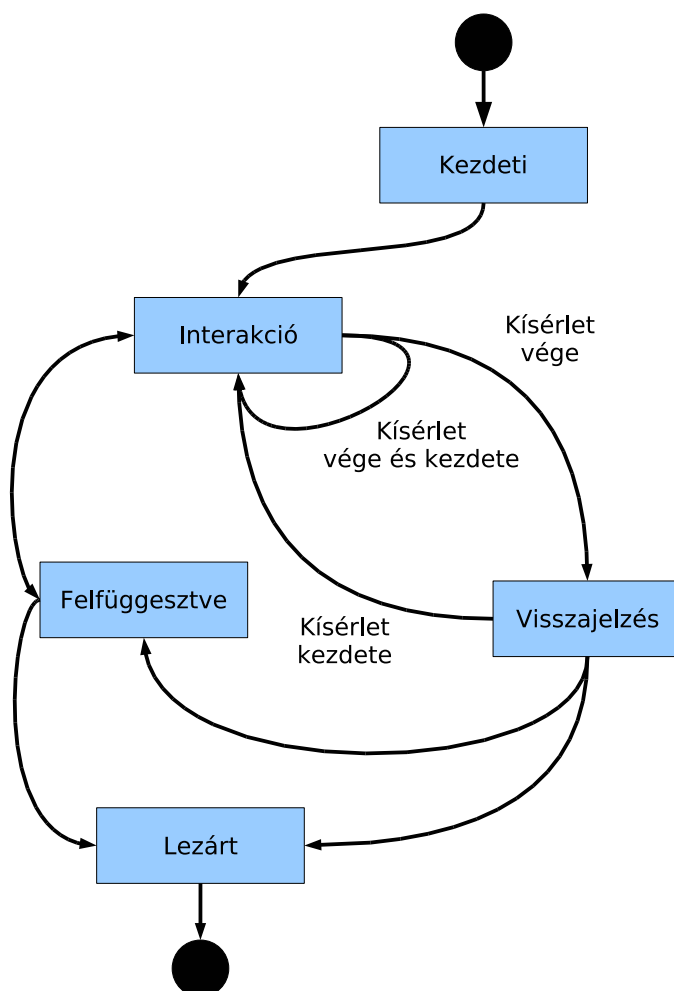
Fontos az is, hogyan viselkedik egy kérdés a futtató rendszerben. Ez határozza meg, hogy mit tehet meg a tanuló, amikor kitölti a tesztet. Értelmezhető a kérdés munkamenete, amely a kérdés a tanuló elé tárt kérdéspéldányon történő válaszolási kísérletek összessége. Egy kérdéspéldány akkor jön létre, amikor egy tanuló a teszt kitöltését megkezdi. Egy kérdéspéldány addig "él" a rendszerben, amíg a tanulónak lehetősége van azzal interakcióba lépni. Általában a kitöltés számát vagy idejét a teszt készítője korlátozza, így nem lehet egy kérdéspéldányt örökké a tanuló rendelkezésére bocsátani.

A válaszolási kísérlet az az időtartam, amely alatt a tanulónak lehetősége van kérdésre megadni a választ. A válaszolási kísérlet a válaszok elküldésével véget is ér. Egy példányon több

válaszadási kísérlet is megengedett, de ezek számát ki is köthetjük.

A tanulói munkamenet egy kérdésre vonatkozóan az az idő, amely alatt a tanuló a kérdéspéldánnyal dolgozik, kitölti azt. Ilyenkor a példány az *interakció* állapotában van. Mivel a futtató rendszereken egy teszt kitöltésekor egyszerre több kérdés is megjelenik a tanulók számára, ezért egyszerre több kérdés példánya is lehet az *interakció* állapotában.

A futtató rendszer nem mindig jeleníti meg egy oldalon a teszt összes kérdését, hanem részekre bontja az egész tesztet és csak a kérdések egy bizonyos részhalmazát tárja a tanulók elé. Azok a kérdéspéldányok, amelyeket éppen nem jelenít meg a futtató rendszer, a *felfüggesztve* állapotban vannak. Ilyenkor nem lehet a tanulóknak a válaszaikon változtatni. Ha a kérdéspéldány *felfüggesztve* állapotban töltött ideje nem számít bele a tanulói munkamenetbe.



5. ábra. A kérdés munkamenetének egyszerűsített állapotátmenet diagrammja

A kérdés munkamenete lezárul, ha a tanuló érvényesíti a válaszeit (válaszadási kísérlet befejeződik) és nincs több válaszadási kísérletre lehetőség. Minden egyes válaszadási kísérlet végén

a kitöltő válaszai véglegesítődnek, így azokat a rendszerben eltárolhatjuk. Ilyenkor zajlik le a válaszok feldolgozása és a kimeneti változók megkapják értékeiket, majd ezek alapján visszajelzést küldhet a rendszer a tanulók számára. Mivel a kimeneti változók hordozzák a tanuló által elért pontot is, ezért igen fontosak a számunkra. [10]

4.4. Interakciótípusok

Eddig általánosan megismerhettük, hogyan is kezeli a QTI szabvány a kérdéseket, de még nem tudjuk, hogy milyen kérdésfajtákat használhatunk. A kérdés fajtáját legjobban a kérdésben használt interakció típusa határozza meg. A következő listában a felhasználható interakciók típusait mutatom be:

- feleletválasztás: adott válaszlehetőségek közül kell kiválasztani egyet vagy többet
- sorbarendezés: a megadott lista elemeit kell sorbarendezeni
- asszociáció: egy lista elemei között kell párokat megtalálni
- párosítás: két halmaz elemei között kell párokat alkotni
- behelyettesítéses párosítás: a szövegben kihagyott részhez meg kell határozni egy listából a megfelelő választ.
- sorban elhelyezett feleletválasztás: legördülő listával megoldható interakció típus
- szöveg elem: egy szövegben kihagyott helyre kell beírni a helyes választ
- kiterjesztett szöveg: egy hosszabb szöveget vár el válasznak
- hottext: egy vagy több szövegrész megjelölhető
- hotspot: a megjelenített képen kell egy vagy több megjelölt területet kiválasztani
- pont választás: a megjelenített képen kell egy vagy több pontot kiválasztani, a kiválasztható pontokat a képen nem jelölik
- grafikus sorbarendezés: a sorbarendezéshez hasonlóan a képen kell az egyes területek sorrendjét kiválasztani

- grafikus asszociáció: a kép egyes területeit kell párosítani
- grafikus behelyettesítéses párosítás: a kép megjelölt területeihez kell egy listában található szöveget társítani
- pozicionálás: egy képet kell egy nagyobb képen elhelyezni, nagyban hasonlít a pont választáshoz
- görgetősáv: a választ egy görgetősávon kell beállítani
- média: interaktív média felhasználását teszi lehetővé
- rajz: interaktív rajzot lehet vele csinálni, állományként jelenik meg a válaszban
- feltöltés: egy tetszőleges állomány feltöltése

Ezeket az interakciótípusokat használhatjuk fel az egyszerű, összetett, adaptív vagy minta kérdéseinkben. [10][11]

4.5. A tesztek szerkezete

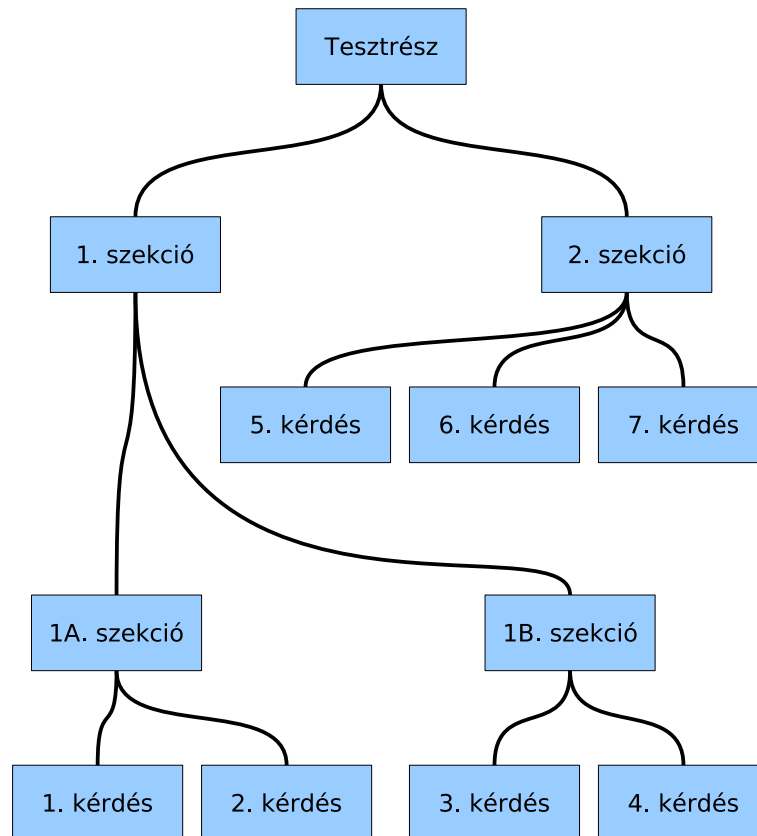
A QTI specifikáció a tesztek egy fa-hierarchiaként értelmezi. A fa minden egyes szintjén más-más típusú elem állhat. A fa gyökerének mindenképpen magának a teszt attribúumait leíró elemnek kell lennie. Ebben az elemben meghatározható a teszt kitöltésének időkorlátja, a részfáktól származó kimeneti változók feldolgozásának menete és ennek a feldolgozásának az eredménye alapján kiküldhető visszajelzés.

A gyökérelem gyermekeinek mindenképpen ún. tesztrészeknek kell lenniük. Egy tesztben legalább egy tesztrésznek kell szerepelnie. Egy ilyen elembe beállítható a kérdések munkamenetére vonatkozó korlátozások, mint a próbálkozások száma, a gyermekelemei kitöltésének menete (lineáris vagy nem lineáris), a feldolgozó rendszer felé mikor történik a válaszok elküldése (kérdésenként vagy a tesztrész befejezésekor), illetve a tesztrészhez rendelt előfeltétel, amely alapján eldönthető, hogy a tanuló kitöltheti-e ezt a tesztrészt.

A tesztrészek gyermekei csak szekciók lehetnek. A szekciókhoz megadható a kitöltés maximális ideje, a benne található gyermekek közül hányat dolgozhat fel a tanuló, azok ismétlődhetnek-e, illetve a sorrendjük kötött vagy véletlenszerű legyen.

A szekciók gyermekei alszekciók vagy kérdések lehetnek. A kérdésekkel már részletesen foglalkoztunk. Az alszekciók pedig az összes olyan tulajdonsággal rendelkeznek, mint a normális szekciók.

Így a tesztet egy faként képzelhetjük el, amelynek legalább négy szintje van és levélelemei a kérdések, a nem levél elemek pedig az adott szintre jellemző beállításokat írják le. [10]



6. ábra. Egy teszt felépítése

5. Leíró adatok

Az IEEE 2002-ben kiadta a máig egyetlen de jure szabványt az e-learning világában. Ennek a szabványnak a célja az volt, hogy olyan eszközkészletet adjon az e-learning világ szereplői kezébe, amely teljes körű leírást tud adni a használt oktatási anyagokhoz. Ez a szabvány az IEEE 1484.12.1 - 2002 Standard for Learning Object Metadata. Oktatási anyagnak tekinthető minden olyan digitális vagy nem digitális entitás, amely felhasználható az oktatásban vagy képzésben. Ebbe a fogalomba teljesen beleillenek a SCORM tananyagok és a QTI tesztek és kérdések is.

Maga a szabvány a leíró adatokat kategóriákba szervezi. Ezek a kategóriák az oktatási anyagot különböző aspektusból írják le. Más-más adatokra lesznek kíváncsiak az oktatók és a tananyag tárház üzemeltetői. Az összes adatmezőt összesen 9 kategóriába sorolja:

- **Általános:** az egész oktatási anyagra jellemző általános információkat csoportosítja
- **Életciklus:** ez írja le az oktatási anyag történetét és jelenlegi állapotát. Kitér az oktatási anyag változásait okozó entitásokra is.
- **Meta-metaadatok:** a leíró adatokról tárol információkat.
- **Technikai:** az oktatási anyag technikai követelményeit és tulajdonságait írja le.
- **Oktatási:** az oktatási anyag pedagógiai jellemzőit tartalmazza.
- **Jogok:** a szellemi tulajdon jogvédelmét és a felhasználás feltételeit tartalmazza.
- **Kapcsolatok:** Ebben a kategóriában részletezi az oktatási anyag más oktatási anyagokkal való kapcsolatát.
- **Megjegyzések:** ebben a részben találhatóak az oktatást segítő megjegyzések (és azok íróinak adatai)
- **Besorolás:** az oktatási anyag bizonyos kategorizálását lehet elvégezni, melyben megnevezhető a tananyag célja is.

A kategóriák közül vannak kötelezően kitöltendőek és opcionálisak is, sőt vannak olyanok, amelyek többször is szerepelhetnek. Ezek az adatok mindenféleképpen statikus információt tudnak adni az oktatási anyagról, ezért az elektronikus formában való leíráshoz az XML

nyelvet használják, amelynek sémáját az IEEE 1484.12.3 Standard for Learning Technology - Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata szabályozza. Ezeket az információkat a SCORM csomagban és a QTI tesztek szállításához használt IMS tartalomcsomagok manifest állományában el lehet helyezni.

A legfontosabb dolog, amiért a LOM szabvánnyal foglalkozunk az az, hogy a segítségével le lehet írni a tesztkérdések és a tananyagrészek kapcsolatait. Minden egyes tesztkérdéshez (mivel azok külön XML állományokban helyezkednek el, így külön tananyagelemnek minősülnek) rendelhetünk metaadatokat. Ezek között a metaadatok között szerepelhet 0 vagy több kapcsolat (Relation) kategóriájú elem. Egy ilyen elemben két részt határozhatunk meg. Az első a reláció típusa, a második pedig a kapcsolt erőforrás azonosítója (elérési útja). A kapcsolat típusa a következő lista egyik eleme lehet: ispartof, haspart, isversionof, hasversion, isformatof, hasformat, references, isreferencedby, isbasedon, isbasisfor, requires, isrequiredby. Ezek közül mi a reference típusú kapcsolatot használhatjuk fel, amelyhez az erőforrás mezőnél megadjuk a hivatkozott SCORM tananyagelem azonosítóját. Lehetőleg a tananyagelem egy SCO lesz, amelyhez több adat áll a rendelkezésünkre, mint az assetek esetében. Egyetlen hátránya van ennek a megvalósításnak. A tesztben előforduló kérdések egyes válaszaihoz nincs lehetőség SCORM tananyagelemet rendelni. [12][13]

6. Rendelkezésre álló adatok

Most már a szabványok ismeretében sorba vehetjük milyen adatokat tudunk kinyerni a kurzus során. Ezeket az adatokat három fő csoportra oszthatjuk: tananyagokra vonatkozó adatok, tesztekre és tesztkérdésekre vonatkozó adatok és a tanulókra vonatkozó adatok.

6.1. Tananyagról

A kurzusban egy vagy több SCORM tananyag lehet, amelyeknél még a kurzus elején megállapíthatóak a következők:

- **Tananyag összetettsége:** hány erőforrást használ vagy hány SCO-t használ fel a tananyag
- **Tananyag hossza:** a HTML típusú erőforrásokban lévő látható szöveg hossza
- **Tananyagelem hossza:** az egyes SCO-kban a látható szöveg hossza

A kurzus ideje alatt a használatból származó adatok (mindegyik egy-egy felhasználóra vonatkozik):

- **Tananyagelem meglátogatásának száma** (SCO vagy Asset egyaránt)
- **SCO-val eltöltött összes idő** (minden egyes megnyitáskor eltöltött idő összege)
- **SCO végére jutott-e** (cmi.completion_status a complete értéket veszi fel)
- **SCO-t sikeresen teljesítette-e** (cmi.success_status a passed értéket veszi fel)

Az utolsó két esetben olyan SCORM tananyagra van szükség, amelynek SCO tananyagelemei értelmezik és használják a megfelelő adatmodell elemeket.

6.2. Tesztről

Ugyanúgy, mint a tananyagok esetében a kurzusban egy vagy több QTI teszt is szerepelhet. Minden egyes tesztet jellemezhetünk a következő adatokkal:

- Hány kérdés található a tesztben?
- Hány kérdést kell a tanulóknak megválaszolnia közülük?

- A feltett kérdések milyen típusúak?
- A kérdések szövege milyen hosszú? (A QTI szabvány alapján létrehozott tesztekben nehezen meghatározható)
- A kérdések lehetséges válaszai milyen hosszúak? (A QTI szabvány alapján létrehozott tesztekben nehezen meghatározható)
- Mekkora a kitöltés időkorlátja?

A tesztek kitöltésekor a következő adatokhoz jutunk (az adatok felhasználónként és kitöltésenként különböznek):

- Melyik kérdést kellett megválaszolnia?
- Milyen sorrendben voltak a kérdések?
- Milyen válaszlehetőséget választott?
- Milyen választ írt be?
- Hány pontot kapott a válaszára az adott kérdésre?
- Helyesen válaszolt a kérdésre?
- Hány pontot kapott az egész tesztre?
- Kapott pontja eléri-e a ponthatárt?
- Mikor kezdte el a kitöltést?
- Mennyi idő alatt töltötte ki a kérdéssort a tanuló?

A tesztek esetében még nem volt szó arról, hogy milyen típusú kérdéseket vizsgálunk. Ez annyiban fontos, hogy milyen formában kapja meg a rendszer a válaszokat. Mivel nekünk a válaszok is jelentőséggel bírnak, ezért kiköthetjük, hogy csak a következő tesztkérdés típusokkal foglalkozunk:

- **Egy helyes válasz:** a tanulónak több válaszlehetőségből kell kiválasztani a helyeset.
- **Több helyes válasz:** a tanulónak több válaszlehetőség közül kell kiválasztani a helyeseket (lehet 0 darab helyes válasz is).
- **Rövid válasz:** a tanuló a válaszát egy-két szó begépelésével adhatja meg.
- **Igaz/hamis:** a tanulónak eldöntendő kérdésre kell választ adnia.
- **Sorbarendezés:** összekevert szavakat vagy szövegeket kell helyes sorrendbe helyezni.
- **Párosítás:** két szövegeket tartalmazó halmaz elemeit kell párosítani egymással.

A QTI szabvány több kérdéstípust (interakció típust) is támogat, de azok kezelése ezekhez a feladatokhoz hasonló, így a futtató LMS számára a válaszok lekérdezése közben nincs különbség közöttük.

7. Feltehető kérdések

Ebben a részben a meglévő adataink tudatában azokat a kérdéseket vesszük sorra, amelyek megválaszolását a statisztikai módszerektől várjuk. Ezek a kérdések vonatkozhatnak a tanulókra, a kurzusban lévő tananyagokra, a tesztekre vagy a tesztek és a tananyagok kapcsolatára is.

7.1. Tanulókra vonatkozó kérdések

A kurzusban résztvevő hallgatók adatai alapján is érdekes következtetéseket vonhatunk le a kurzusról, amely még a tananyag és a tesztek változtatásához is vezethet. Az LMS által tárolt személyes adatokból kinyerhetünk olyan információkat, mint kurzuson belüli:

- Mekkora a nemek aránya?
- Milyen az életkorok eloszlása?
- Milyen a végzettségek eloszlása?
- Milyen a lakhely szerinti eloszlás?

Ezek az információk átfogó képet alkotnak a kurzus résztvevőiről, így a következő hasonló kurzusban a tananyag és tesztek hangvételét, szóhasználatát a célközönség igényei szerint lehet alakítani. Ha például egy marketing kurzuson túlnyomórészt műszaki diplomával rendelkező 30-as éveiben járó tanulók vannak, akkor a marketing ismeretek analitikusabb tárgyalása eredményesebb vizsgákhoz vezethet. A tesztekre vonatkozó kérdések A tesztek kitöltéséből sok adat áll rendelkezésünkre, amelyekből egyszerű módszerekkel látványos eredményeket érhetünk el. A tesztekhez kapcsolódó kérdések a pontszámokra, a kitöltési időre és egyéb tulajdonságokra vonatkozhatnak. A lehetséges kérdések következők:

- Mi volt a legnagyobb elért pontszám?
- Mi volt a legkisebb elért pontszám?
- Mi az átlagos pontszám?
- Mi a pontszámok szórása?
- Mi a pontszámok eloszlása?

- Mennyi ideig tartott a leghosszabb kitöltés?
- Mennyi ideig tartott a legrövidebb kitöltés?
- Átlagosan mennyi ideig tartott a teszt kitöltése?
- Hányan lépték át a kitöltés közben az időkorlátot?
- Átlagosan hány kérdésre válaszoltak helyesen?
- Átlagosan hány kérdésre válaszoltak helytelenül?
- Mennyi volt a legtöbb helyes válasz?
- Mennyi volt a legkevesebb helyes válasz?
- Mennyi volt a legtöbb helytelen válasz?
- Mennyi volt a legkevesebb helytelen válasz?
- Milyen a teszt kitöltési időpontjának az eloszlása?
- Melyik kérdések függenek össze a kitöltés alapján?
- Több helyes válaszú kérdéseknél mely válaszlehetőségeket választották legtöbben?
- A többszöri kitöltés esetében kitöltésenként melyik válaszlehetőséget jelölte be (főleg, ha a kitöltésenként változott a megjelenített válaszlehetőségek sorrendje)?
- Ha a tesztet eltérő pontszámú kérdések alkotják, akkor a kitöltők a több vagy kevesebb pontot érő feladatokból gyűjtötték össze a pontjaikat?
- Rövid válasz típusú kérdés esetén milyen válaszok születtek, a válaszok eloszlása milyen?
- A kérdések hossza mennyire hat a válaszolásra?

7.2. A tananyagokra vonatkozó kérdések

A tananyagokra is fogalmazhatunk meg kérdéseket, melyek alapja a kurzus ideje alatt gyűjtött adatok.

- Milyen hosszú a tananyag?
- Mennyi elemből áll a tananyag?
- Hány SCO-ból áll a tananyag?
- Átlagosan mennyi időt töltek az egész tananyaggal?
- Melyik tananyagelemmel töltötték a legtöbb időt?
- Melyik tananyagelemmel töltötték a legkevesebb időt?
- Az egyes tananyagelemek átlagos feldolgozásának ideje?
- Melyik a legtöbbet megtekintett tananyagelem?
- Melyik a legkevesebbet megtekintett tananyagelem?
- Melyik tananyagelem után látogatták meg az aktuális tananyagelemet?

7.3. A tesztek és tananyagok kapcsolatán alapuló kérdések

Ha már rendelkezésre állnak a tesztkérdések és a tananyagelemek közötti kapcsolatok, akkor a rájuk elvégzett számításokat összevethetjük. Például a hallgatók számára nehezen megválaszolható kérdésekre megtekinthető az, hogy mennyi időt töltek a kérdés témájával foglalkozó tananyagrészzel. Általánosságban elmondható, hogy a tesztek elemzéséből kiderülő szélsőséges eseteknél vizsgálhatjuk meg a tananyagelemek látogatásának szokásait. A következő kérdések merülhetnek fel ilyen esetekben:

- A kérdés megválaszolása mennyire függ a tananyag hosszától?
- A kérdés megválaszolása mennyire függ a tananyaggal eltöltött időtől?
- A kérdés megválaszolása mennyire függ a kérdéskört tárgyaló tananyagelem pozíciójától a tananyagban belül?

- A kérdés megválaszolása mennyire függ a kérdéskört tárgyaló tananyagelemmel eltöltött időtől?
- A kérdés megválaszolása mennyire függ a kérdéskört tárgyaló tananyagelem megnyitási számától?
- A kérdés megválaszolása mennyire függ a kérdéskört tárgyaló tananyagelem hosszától?

Az is fontos lehet, hogy megvizsgáljunk egyes kérdéstípusok esetében a helytelen válaszok okát. A következő kérdések ezeket tárgyalják:

- Feleletválasztás típusú kérdés esetében a helytelen válasz milyen tananyaghoz kapcsolódik?
- Párosítás típusú kérdés esetében a helytelen válasz milyen tananyaghoz kapcsolódik?

A tesztek egészére vonatkozó mérések összevetése a tananyaggal:

- A tesztek kitöltésének ideje mennyire függ a tananyag hosszától?
- A tesztek kitöltésének ideje mennyire függ a tananyag feldolgozásának idejétől?
- A tesztek eredménye mennyire függ a tananyag hosszától?
- A tesztek eredménye mennyire függ a tananyag feldolgozási idejétől?

8. Elemzés

Az elemzés során az előzőekben felsorolt kérdésekre keressük a válaszokat. Az elemzést négy részre lehet bontani. Az első az egyszerű statisztikai módszereket tárgyalja, amelyek megvalósítása nagyon egyszerű, de mégis látványos eredményeket lehet vele elérni. A második a kapcsolatok vizsgálata, amelyben a tanulók eredményét befolyásoló magyarázó tényezőket és azok fontosságának mértékét derítjük ki. A harmadik a tanulók csoportosítása, amelyek alapján újabb összehasonlításokat tehetünk az eredményeikre. Végül a negyedik pontosan azokat a módszereket határozza meg, amelyekkel a csoportok eredményét hatásosan lehet vizsgálni.

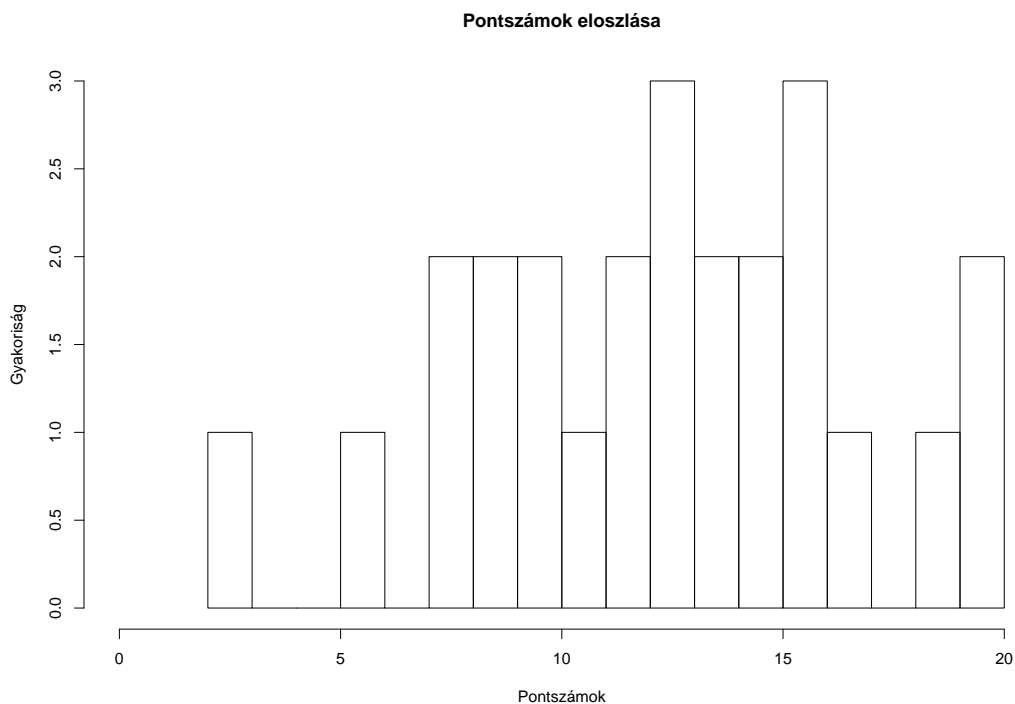
8.1. Egyszerű statisztikai módszerek

A legtöbb kérdés a rendszerben mért egy-egy tulajdonság előfordulásainak számára, átlagára vagy értékeinek eloszlására, maximumára, minimumára vagy átlagára vonatkozik. Ezeknek a kérdéseknek a megválaszolására akár maga az LMS is képes lehet vagy kis módosítással képessé tehető. Egyszerűségük ellenére ezek az információk is sokat jelenthetnek a tananyag elemzésében. Vegyük példának azt az esetet, amikor a tananyaggal eltöltött átlagos idők között pár olyan tananyag rész is van, amelyekkel eltöltött idő kiugrik a többi közül. Ekkor érdemes további vizsgálatokat végezni, hogyan is teljesítettek a tanulók azoknál a kérdéseknél, amelyek a kiugró tananyagelemekhez kapcsolódnak. Az átlag, minimum, maximum, első és harmadik kvartilisek megjelenítése lehet szövegesen, vagy grafikusán egy doboz diagram segítségével. Az eloszlások kis elemszám esetében grafikusán az adatok hisztogramjának megjelenítésével lehetséges. Nagy elemszám esetén a hisztogram átláthatatlan lehet, ezért a táblázatos megjelenítés sokkal célszerűbb lehet. [15][16]

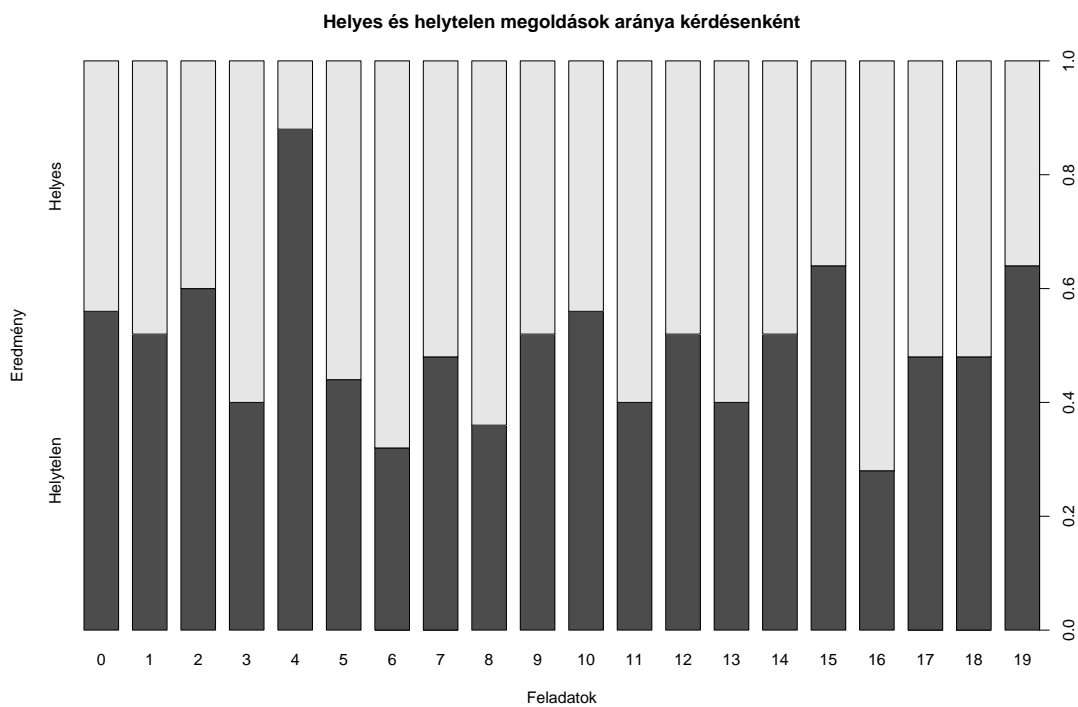
Konkrét felhasználási lehetőségek:

- A teszteken elért pontszámok minimumának, első kvartilisének, mediánjának, harmadik kvartilisének, maximumának, átlagának és szórásának megjelenítése.
- A teszteken elért pontszámok hisztogramjának megjelenítése.
- A teszt követelményét sikeresen és sikertelenül teljesítő tanulók arányának meghatározása.

- Az egyes tesztfeladatokon elért pontok minimumának, első kvartilisének, mediánjának, harmadik kvartilisének, maximumának, átlagának és szórásának megjelenítése.
- Az egyes tesztfeladatokon elért pontok hisztogramjának megjelenítése.
- Az egyes tesztfeladatokra adott helyes és helytelen válaszok aránya.
- Az egy és több válaszlehetőséget kínáló feladatok esetében a választott válaszok eloszlásának megjelenítése hisztogramként.
- A rövid szöveges feladatok esetében a válaszok eloszlásának megjelenítése hisztogramként, vagy sokféle válasz esetén táblázatos formában.
- A tananyaggal eltöltött idők minimumának, első kvartilisének, mediánjának, harmadik kvartilisének, maximumának, átlagának és szórásának megjelenítése.
- A tananyaggal eltöltött idők hisztogramjának megjelenítése.
- A tananyag minden egyes részére a velük eltöltött idő minimumának, első kvartilisének, mediánjának, harmadik kvartilisének, maximumának, átlagának és szórásának megjelenítése.
- A tananyag minden egyes részére a velük eltöltött idő hisztogramjának megjelenítése.
- A tananyag minden egyes részére a látogatási számok minimumának, első kvartilisének, mediánjának, harmadik kvartilisének, maximumának, átlagának és szórásának megjelenítése.
- A tananyag minden egyes részére a látogatási számok hisztogramjának megjelenítése.
- A kurzust elvégző tanuló esetében az összes személyes adatra a hisztogram megjelenítése.



7. ábra. 25 tanuló egy 20 pontos teszten elért eredményének hisztogramja



8. ábra. 25 tanuló nagyrésze 20 kérdésből a négy kérdést nem tudta helyesen megoldani

8.2. Kapcsolatok vizsgálata

A teszteken elért eredmények és az egyéb tulajdonságok között fennálló kapcsolatok feltárása már sokkal nehezebb feladat. Az alapcél az, hogy megállapítsuk, milyen mértékben függ a teszteken elért eredmény (a teszten elért pontszám, a tanuló átment-e a teszten, a tanuló átlépte-e a teszt időkorlátját, a feladatra kapott pont, a tanuló helyesen válaszolt-e a kérdésre) az egyéb tulajdonságoktól (a tanuló személyes adataitól, a tananyag tulajdonságaitól, a teszt tulajdonságaitól). Az eredmény és a magyarázó változók kapcsolatának jellemzésére használhatjuk a korrelációt és a kovarianciát, azonban a függőség arányának meghatározására más eszközöket kell használnunk. Pont erre alkalmasak a regressziós eljárások, amelyek segítségével a változókból felállított modell alapján keressük azokat az együtthatókat, amelyekkel a modell a legjobban közelíti a valós adatokat.

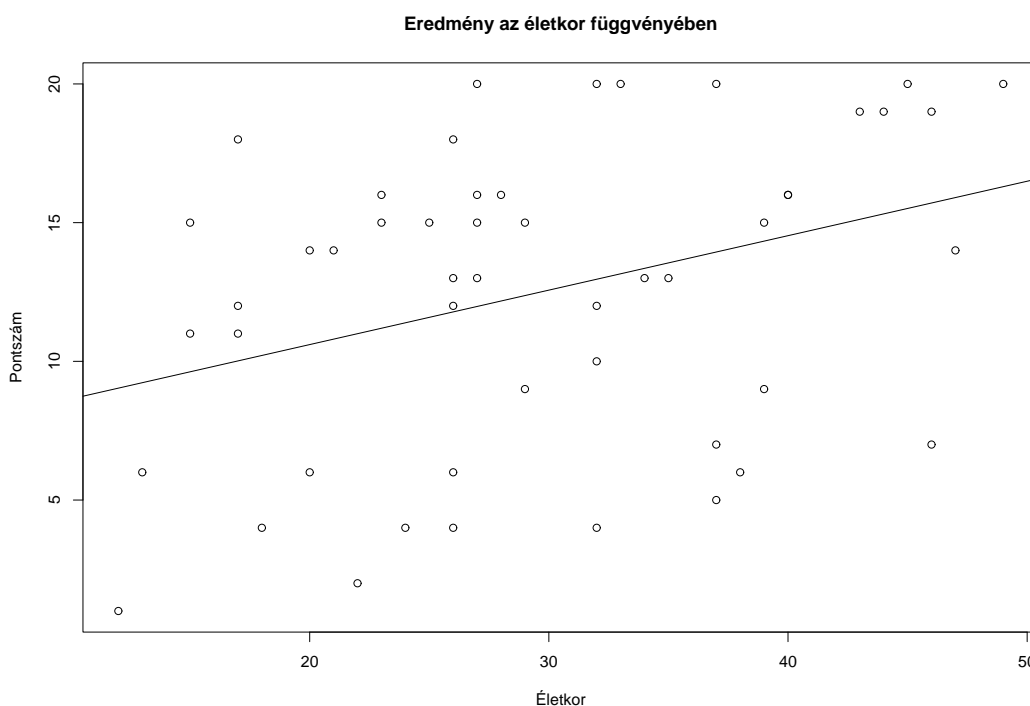
Az eredményt reprezentáló értékeket két csoportba oszthatjuk. Vannak a logikai értékek, amelyek csak két értéket vehetnek fel (teljesítette a tesztkövetelményt, helyesen válaszolt a kérdésre, átlépte az időkorlátot). A másik lehetőség egy olyan érték, amely kettőnél több értéket vesz fel (elért pontszám, bejelölt válasz sorszáma). A két lehetőséget külön kell kezelni.

A pontszámok és a hasonló értékek vizsgálatára használhatjuk a lineáris regressziót, amelyhez először egy lineáris modellt kell létrehozni. Általánosan a modell a következőképpen néz ki:

$$Y_i \approx \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji}$$

Az Y_i az eredményváltozó, legyen például az i -edik tanuló által elért összpontszám. Az n darab X_{ji} az i -edik tanuló személyes adatait és a teszt tulajdonságait takaró magyarázó változók. A β_i -k a magyarázó változók együtthatói, amelyeket keresünk. Az együtthatókat úgy határozza meg a lineáris regresszió, hogy minden egyes i értékre a jobb oldal a legjobban közelítse a bal oldal értékét.

A logikai értékeknél a lineáris regresszió használata meggondolatlanság lenne, hiszen túlságosan pontatlan eredményeket kapnánk, amellyel nem kezdhünk semmit. A logisztikus regressziót használhatjuk a bináris eredményváltozó magyarázóváltozóktól való függőségének vizsgálatára. Ugyancsak legyen Y_i az eredményváltozó, amely most egy bináris változó lesz. Legyen X_{ji} az i -edik tanuló személyes adatait, teszt tulajdonságait, a tananyag (tananyagtól függő és független) tulajdonságait tartalmazó magyarázó változók. Ekkor a logisztikus reg-



9. ábra. A pontszámok vizsgálata lineáris regresszióval az életkor függvényében

resszió matematikai modellje a következő lesz:

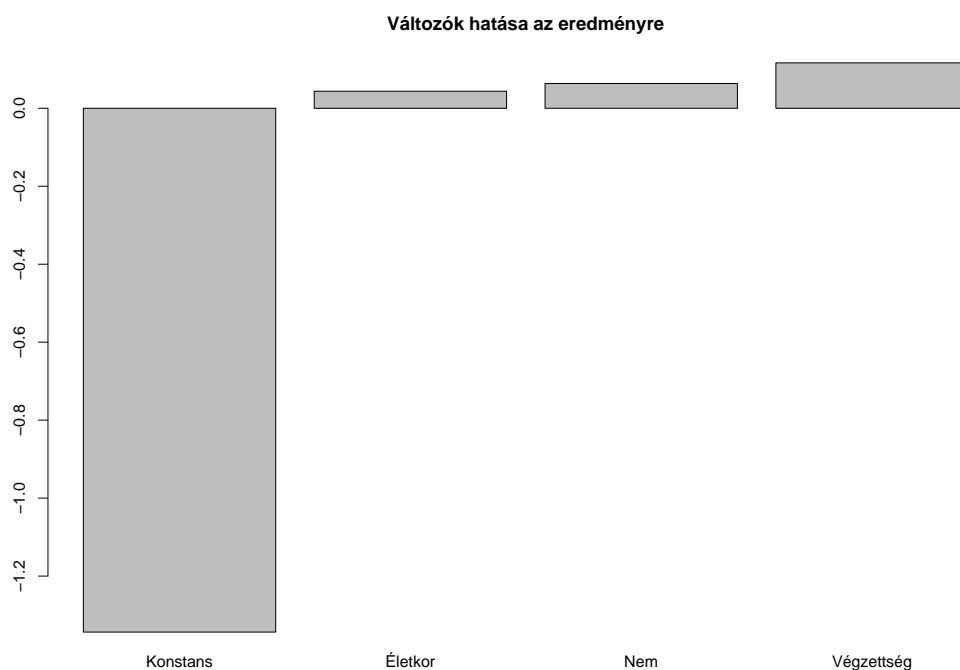
$$P(Y_i = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji}}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji}}}$$

Ebben a modellben keressük a β_i együtthatókat, amelyek csak közelíteni tudunk a Maximum Likelihood becsléssel.

Mind a két regressziós eljárás során a magyarázó változók együtthatóit kerestük, amelyek és a magyarázó változók ismeretében megjósolhatjuk az egyes tanulók eredményeit. Ez akkor lesz érdekes számunkra, amikor a megjósolt eredménytől lényegesen eltérő tanulók csoportjait vizsgáljuk meg. [15][16]

A konkrét felhasználási lehetőségek:

- A teszteken elért összpontszám vizsgálata lineáris regresszióval a tanuló személyes adatai, az egész tananyaggal eltöltött idő, a teszt tulajdonságai (hány kérdés szerepel benne, mekkora az időlimit, stb...) és a teszt kitöltése közben mért adatok (mennyi idő alatt oldotta meg a tanuló, helyesen megoldott feladatok száma, stb...) függvényében.
- A tesztek követelményének teljesítésének vizsgálata logisztikus regresszióval az előbb említett változók függvényében.



10. ábra. A logisztikus regresszió együtthatói

- A tesztek időlimitének átlépésének vizsgálata logisztikus regresszióval a fentebb említett változók függvényében.
- Minden egyes tesztkérdésre az elért pontszám vizsgálata lineáris regresszióval a tanuló személyes adatai, a kapcsolódó tananyaggal eltöltött idő, annak megnyitásainak száma, a kérdés tulajdonságai (hanyadik kérdés a tesztben, hány karakterből áll a kérdés, hány válaszlehetőség van, stb. . .) függvényében.
- Minden egyes tesztkérdésre a helyes megoldásnak a vizsgálata logisztikus regresszióval az előbb említett magyarázó változók függvényében.

8.3. Osztályozás

Az eredményt legjobban befolyásoló változók esetében érdemes lehet az eredményeket a változók szerint csoportokba osztani. A csoportokra osztás legegyszerűbb módja, amikor a legfontosabb változók minden értékéhez egy új csoportot rendelünk. A csoportokra külön-külön elvégezhetjük a vizsgálatainkat, amelyekben az alapvizsgálatokon túl a csoportok teljesítményének összehasonlítása is szerepel. A csoportok kialakítását úgy is elvégezhetjük, hogy az

egyik regressziós eljárást alkalmazva három csoportra osztjuk a tanulókat. Ez a három csoport a következők lesznek: a megjósolt eredménytől lényegesen rosszabban teljesítők, a megjósolt eredményt megközelítők és a megjósolt eredménytől lényegesen jobban teljesítők csoportja.

A csoportosítást klaszteranalízis segítségével is elvégezhetjük. Ebben az esetben az eredményeket és a magyarázó változókat egy vektorként képzelhetjük el. Az osztályozás az előállt vektorok egymástól vett távolságát használja az elemek hasonlóságának megállapítására. Minél közelebb állnak egymáshoz a vektorok, annál jobban hasonlítanak egymásra. A vektorok közötti távolságot többféleképpen értelmezhetjük, amelyek közül a legelterjedtebb értelmezések az Euklideszi távolság és a Manhattan távolság.

A továbbiakban keressük azokat a C_i halmazokat, amelyek az előbbi vektorok diszjunkt halmazai. A C_i halmazokat nevezzük klasztereknek, az i -edik klaszter elemei pedig valamelyem hasonlóság szerint egybetartozó vektorokat tartalmazza. A célunk az, hogy a tanulókat eredményeik alapján külön csoportokba soroljuk, majd ezekre a csoportokra megvizsgáljuk, hogy milyen személyes adatokkal rendelkeznek, milyen tulajdonságai voltak a tesztnek, milyen szorgalommal tanulmányozták a kapcsolódó anyagot a tanulók. Ezeknek a diszjunkt halmazoknak a meghatározására két módszert alkalmazhatunk: a *k-közép módszert* és a *hierarchikus eljárásokat*. Mindkét eljárás esetében a vektorok távolságát úgy értelmezzük, mint az elért pontszámok Euklideszi távolsága. Ekkor a tanulókat olyan halmazokba sorolja a két eljárás, amelyekben lévő tanulók eredménye hasonló. [15][16]

A k-közép módszer: Az algoritmus lényege az, hogy előre rögzíti a C halmazok számát, majd minden egyes vektort valamelyik osztályba sorolja (akár véletlenszerűen is). Ezek után az osztályok között áthelyezi a vektorokat úgy, hogy a mozgatni kívánt vektor a számára legmegfelelőbb osztályba kerüljön.

Vegyük például a következő táblázatokban megadott tanulókat és pontszámaikat.

Tanuló	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pont	13	16	14	13	12	13	19	16	20	9	2	12

Tanuló	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Pont	15	15	6	20	11	8	9	16	14	8	10	17	10

Válasszuk a klaszterek számának az ötöt, így a *k-közép módszert* használva az egyik lehetséges osztályozás a következő:

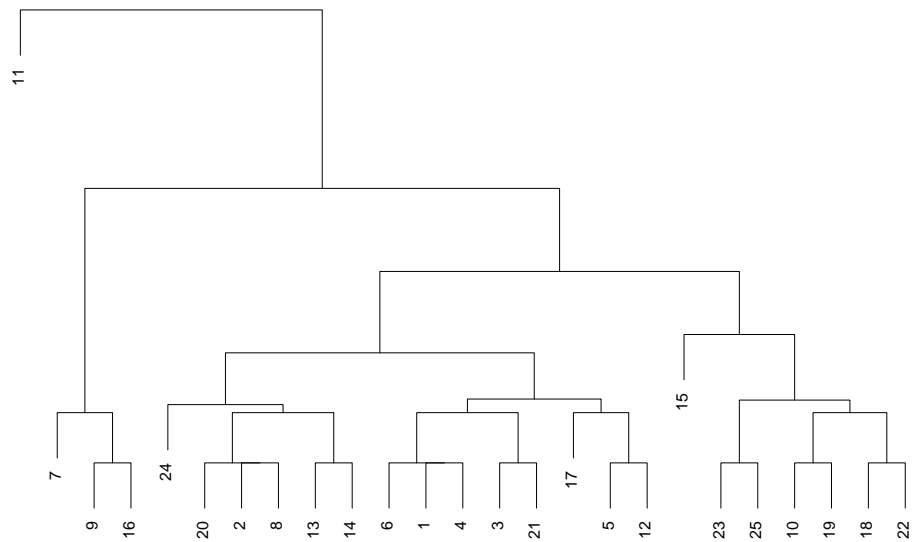
Osztály	Átlag	Elemzés	Tanulók
1	4.0	2	11, 15
2	9.3	7	10, 17, 18, 19, 22, 23, 25
3	13.0	7	1, 3, 4, 5, 6, 12, 21
4	15.8	6	2, 8, 13, 14, 20, 24
5	19.7	3	7, 9, 16

A hierarchikus eljárások: Ebben az esetben az algoritmus az összes vektort egy-egy külön osztálynak tekint. A további lépésekben osztályokat von össze, azok távolsága alapján. Ezt addig folytatja, amíg egyetlen egy osztály marad. Az eredményt egy bináris faként lehet elképzelni, amelynek levélelemei a vektorok és az összes többi eleme pedig osztályok összevonásával jött létre. Az elvégzett összevonások ismeretében a vektorok tetszőleges számú osztályát megkaphatjuk, hiszen a fában minden nem levélelem egy osztályt reprezentál, amely részfa levélelemei tartoznak az osztályhoz.

A hierarchikus eljárások különbözőképpen értelmezhetik az osztályok távolságát. A leggyakrabban használt távolságok a következők (X és Y a két osztály, x és y pedig vektorok az X és az Y osztályokból):

- A legtávolabbi szomszéd módszere: $D(X, Y) = \max(d(x, y))$
- Centroid-módszer: $D(X, Y) = d(\bar{x}, \bar{y})$, ahol $\bar{x} = \frac{1}{|X|} \sum_{x \in X} x$ és $\bar{y} = \frac{1}{|Y|} \sum_{y \in Y} y$
- Csoportátlag módszer: $D(X, Y) = \frac{1}{|X||Y|} \sum_{x \in X, y \in Y} d(x, y)$
- Négyzetösszeg módszer: $D(X, Y) = \sqrt{\frac{|X||Y|}{|X|+|Y|}} d(\bar{x}, \bar{y})$

Vegyük például az előző táblázatokban lévő tanulókat és eredményeiket, alkalmazzuk a pontokra a hierarchikus eljárások közül a centroid-módszert alkalmazó eljárást. Az előálló fa a következő:



11. ábra. Az osztályok összevonásának dendogramja

Vágjuk el ezt a fát úgy, hogy 5 osztályt kapjunk. Az eredmény:

Osztály	Átlag	Elemzés	Tanulók
1	2.0	1	11
2	6.0	1	15
3	9.0	6	10, 18, 19, 22, 23, 25
4	14.0	14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 17, 20, 21, 24
5	19.7	3	7, 9, 16

Felhasználási lehetőségek:

- Csoportosítást elvégezhetjük a személyes adatok, a tananyaggal eltöltött idő, a teszttel eltöltött idő alapján.
- A lineáris és logisztikus regresszió alapján létrehozhatunk három csoportot.
- A klaszteranalízissel a teszten elért pontszám alapján lehet teljesítmény szerint csoportokba osztani a tanulókat.

8.4. Osztályok vizsgálata

A tanulók ilyen módszerekkel megkapott csoportjait vizsgálhatjuk tovább. Az oktatás minőségét jellemzi az, ha a csoportok teljesítménye nem tér el nagyban egymástól és az összes tanuló eredményétől. Vizsgálhatjuk a csoportok közötti statisztikai eltéréseket, mint például a csoportok között van-e mérvadó különbség a pontszámok esetében. Ezeken kívül vizsgálhatjuk a csoportok összetételét, illetve alkalmazhatjuk a regressziós eljárásokat az eredményt legjobban meghatározó változók felderítésére csoportokon belül is.

Egy csoport vizsgálata: Minden csoportban lényeges lehet a csoportot alkotó tanulók adatainak elemzése. Ezeket elvégezhetjük egyszerű vizsgálatokkal is, mint az átlagok, szórások, szélsőséges értékek, középértékek meghatározásával és az értékek eloszlásának hisztogramként való megjelenítésével. Ezeken kívül a tanulók tanulási szokásait, illetve a számonkérésnél mutatott teljesítményt is vizsgálhatjuk. A továbbiakban csak az összpontszámot, a feladatok pontszámait, a tananyaggal eltöltött időt és a tananyagrészekkel eltöltött időt vizsgáljuk. Ezek mediánját, átlagát és szórását összehasonlíthatjuk az összes tanuló által elért eredménnyel.

A mediánok összehasonlítására használhatjuk az egymintás előjelpróbát vagy a Wilcoxon-féle előjeles rangösszegpróbát. Mindkét esetben azt a hipotézist vizsgáljuk, hogy egy minta (a csoport valamelyik eredménye) mediánja statisztikailag megegyezik-e egy konkrét értékkel. A konkrét értéket választhatjuk az összes tanuló által elért eredmény mediánjának. A csoport által elért eredmények átlagát is össze tudjuk hasonlítani az egymintás t-próba segítségével. Ennek a próbának a végrehajtásához szükséges az is, hogy a minta normális eloszlású legyen, ezért alkalmazhatjuk a Shapiro-Wilk vagy a Shapiro-Francia próbákat, amelyek egy mintáról eldöntik, hogy normális eloszlású-e. Az egymintás t-próba esetében azt a hipotézist vizsgáljuk, hogy a minta várható értéke megegyezik-e egy konkrét értékkel. Ebben az esetben is választhatjuk a konkrét értéknek az összes tanuló által elért eredmény átlagát.

Ugyancsak normális eloszlású minta esetében használhatjuk a Khi négyzet próbát, amely a minta szórását ellenőrzi, hogy az megegyezik-e egy konkrét értékkel. A konkrét érték lehet az összes tanuló eredményének szórása.

Két csoport összehasonlítása: Több olyan próba létezik, amely segítségével két minta tulajdonságait lehet összehasonlítani. Ezek között a tulajdonságok között szerepel az átlagok, szórások és az eloszlások vizsgálata is. Két normális eloszlású minta esetében az átlagok elté-

résének vizsgálatára alkalmazhatjuk a kétmintás t-próbát vagy a Welch próbát. A kettő közül a Welch próba szerencsésebb, mert ennek használatához nem kell feltenni, hogy a két minta szórása megegyezik.

Ugyancsak normális eloszlású minták esetén az F próba a minták szórását tudja összehasonlítani. Az előző t-próbát is alkalmazhatjuk az átlagok vizsgálatára, ha az F próbán átment a két minta.

Két minta eloszlásának összehasonlítására alkalmazhatjuk a Wilcoxon-féle rangösszeg próbát, amely használatához nem szükséges a mintáknak normális eloszlásúaknak lenni.

Az összes csoport összehasonlítása: Az összes csoportot is össze lehet hasonlítani egyszerre, mégpedig azt a hipotézist tudjuk vizsgálni, hogy az összes csoport átlaga megegyezik. Ezt a szórásanalízissel állapíthatjuk meg legegyszerűbben. A szórásanalízis is modellt használ. A legegyszerűbb szórásanalízis modell az egyszeres osztályozás, amely a következő formában írható fel:

$$Y_{ij} = \beta_i + e_{ij}, \text{ ahol } j = 1, 2, \dots, n_i \text{ és } i = 1, 2, \dots, p$$

A p a csoportok számát, az Y_{ij} az i -edik csoport j -edik értéke, e_{ij} a hibaváltozó és β_i a csoportra jellemző érték. A β_i értéket felbonthatjuk a μ teljes átlagra és az α_i értékre, amely a csoportra jellemző érték lesz. Ezeknek az értékek segítségével keressük azt, hogy a hipotézisünk elfogadható-e, vagyis az összes csoport átlaga megegyezik ($\beta_i = \mu$ vagy $\alpha_i = 0, i = 1, 2, \dots, p$). Ehhez használja fel a csoportokon belüli átlagot és a teljes átlagot, amelyekből kiszámítható a csoportok közötti és a csoporton belüli eltérések négyzetösszegei és a csoportok közötti és csoporton belüli eltérések tapasztalati szórásnégyzetei. Ha a hibatagok eloszlása normális eloszlású, akkor a tapasztalati szórásnégyzetek hányadosa által adott statisztika egy F eloszlású lesz, amely értékét az F eloszlás táblázatából nyert értékkel össze lehet vetni és elfogadni vagy elvetni a hipotézist. [15][16]

9. Összefoglalás

Az informatika terjedése elérte az oktatást is. A kezdeti felhasználások mellett egy didaktikailag is megalapozott irányzat indult el a 90-es évek végétől, amelynek a neve e-learning. Az e-learning meghatározása elég nehéz, sokan próbálkoztak vele, de nincs elfogadott definíciója. 2001-ben az Európai Unió E-Learning Action Plan című meghatározó dokumentuma szerint minden olyan oktatási folyamat, amely multimédia alapú információs és kommunikációs technológiák segítségével törekszik a tanulás hatékonyságának növelésére, e-learningnek számít. [2] Ezek alapján a bevezetőben említett számítógéppel segített oktatás is e-learningnek számítana, amely így elvesztené valódi jelentőségét, mégpedig a didaktikailag tervezett, informatikai és kommunikációs eszközöket felhasználó oktatást.

Az e-learning informatikai megvalósítása alatt általában egy webes rendszert értünk, de vannak olyan megvalósítások is, amelyek a mobil eszközökön nyújtják ugyanazokat a funkciókat, így segítve a tényleges helytől és időtől való függetlenséget. Az ilyen rendszerek a kezdetben ingyenes, nyílt forráskódú szerveroldali alkalmazások voltak. A mai napig a legfejlettebb rendszerek között szerepelnek a nyílt forráskódú e-learning megvalósítások. A kereskedelmi rendszerek is hamarosan megjelentek, a legnépszerűbb rendszerek a vállalatirányítási rendszereket gyártó cégek termékei lettek, hiszen ők teljes mértékben illeszteni tudták oktatási moduljukat a saját rendszerükhöz. A kereskedelmi keretrendszereket főleg a nagy cégek vásárolják pont e tulajdonságuk miatt. A szabad forráskódú rendszerek viszont nagyobb teret kaptak az oktatási intézményekben, szinte minden felsőoktatási intézmény használ vagy tervez használni egy elektronikus oktatást segítő keretrendszert. A választás nem meglepő, hiszen a nyílt forráskódú rendszerek felveszik a versenyt a kereskedelmi változatokkal és sokkal költséghatékonyabb a beüzemelésük, hiszen csak a hardveres követelményeket kell biztosítani.

Az ilyen rendszereknél egyre fontosabb, hogy a jelentős e-learning szabványokat megvalósítsák, hiszen ezek nagy vonzerőt jelentenek azoknál, akik éppen a már elavultnak számító rendszerüket szeretnék lecserélni egy újabbra. A szabványok elősegítik a tananyagok, számonkérések, tanulók könnyű átvitelét rendszerek között. Az eddig megismert szabványok mindegyike rendelkezik olyan szabványos csomagolási mechanizmussal, amelyek a rendszerek közötti mozgatót könnyíti meg. A SCORM, QTI és LOM szabványok esetében ez az IMS CP.

A szabványok nemcsak a rendszerek közötti mozgatót hivatottak szabályozni, hanem a

rendszerben való működést is. Így, ha egy szabványos SCORM tananyaggal rendelkezünk, akkor két különböző rendszerben, amelyek képesek fogadni SCORM csomagokat, a tananyag ugyanúgy jelenik meg és ugyanúgy viselkedik.

A dolgozat célja pont a SCORM és a QTI szabványokat támogató rendszereknél egy olyan módszer alkalmazása, amely a kurzusok lefolyása alatt a tanulók tanulási szokásait elemzi és azokat összeveti a számonkérésnél elért eredményekkel. Ezt úgy érhetjük el, hogy a kurzus ideje alatt minden egyes tananyagelem (SCO) meglátogatását naplóz a rendszer, így ismerjük a tananyagelemek megnyitásának számát, azokkal töltött időt és a teljes tananyaggal eltöltött időt tanulónként. A rendszer a tesztek kitöltését is naplózni tudja, konkrétan ismerjük a tesztek szerkezetét, a tanulók által adott válaszokat és az elért pontokat kérdésenként és az egész tesztre nézve. Ezeken kívül az egyik legfontosabb a dolgozatban az, hogy a tesztek eredményét vizsgálhatjuk a tanulási szokások függvényében, így olyan következtetéseket vonhatunk le, mint a például azt, hogy akik nem tudták az ötödik kérdésre a választ, azok azért nem tudták, mert kevés időt töltöttek a megfelelő anyagrésszel. Az ilyen következtetések levonásához szükséges a tesztek kérdéseinek összekapcsolása a tananyag egyes részeivel. Erre használhatjuk a LOM szabvány kapcsolatok kategóriáját, amelyben elhelyezhetjük a tesztkérdéshez tartozó SCO azonosítóját.

A naplózási szakasz után minden adat ismert ahhoz, hogy olyan statisztikai vizsgálatokat végezzünk rajtuk, mint amilyeneket a hagyományos oktatásban is használnak. Ezek olyan kérdésekre keresik a választ, amelyekre az oktató magától csak az eredmények átolvasásával nem tudna válaszolni. Az egyik leglényegesebb elemzés a tanulók eredményeik alapján való felbontása és az így kapott csoportok összetételének vizsgálata.

Az így kapott eredmények alapján az oktató vagy a tananyag és a tesztek fejlesztője változtatásokat végezhet a tananyagon, hogy a következő kurzusnál a tanulók jobban érthessék azt és jobban teljesítsenek. A módosításokat mindenféleképpen élő embernek kell végezni, az elemzés csak a tananyag és a teszt olyan részére tud rámutatni, amelyet meg kell változtatni, de a változtatást nem tudja automatikusan elvégezni.

Az elterjedt e-learning keretrendszerek csak az elemzések egy nagyon kis részét nyújtják az oktatóik számára (vagy rosszabb esetben egyáltalán nem is törődnek az eredmények vizsgálatával). A Debreceni Egyetem DIP Kooperációs Kutató Központ e-learning kutatási főirányában a Moodle ingyenes, szabad forrású keretrendszerhez készítünk olyan modult, amely minden itt

leírt elemzést és ezeken kívül összetettebb elemzéseket is elvégez és azokat grafikusán vagy szövegesen az oktató számára elérhetővé teszi. Ezzel az egyik legelterjedtebb e-learning keretrendszerhez adunk olyan értéket, amely egyedülálló az összes keretrendszer között.

A. Irodalomjegyzék

1. Információs Társadalom- és Trendkutató Központ - Magyar Információs Társadalom Éves Jelentés 2006 (http://www.ittk.hu/web/docs/ITTK_MITJ_2006.pdf)
2. Hain Ferenc, Hutter Otto, Kugler Judit: Az elektronikus eszközökkel támogatott tanulás (e-learning) mint lehetőség (Világosság, Bölcsészeti Akadémiai Folyóirat 2005/2-3 szám, 3-23 oldal: <http://www.vilagosság.hu/pdf/20050530052007.pdf>)
3. Hutter Ottó, Magyar Gábor, Mlinarics József - E-Learning 2005 (Műszaki Könyvkiadó, 2005)
4. Papp Gyula, Vágvölgyi Csaba: Szabad forráskódú e-learning keretrendszerek összehasonlító elemzése (<http://agrinf.agr.unideb.hu/if2005/kiadvany/papers/B43.pdf>)
5. Advanced Distributive Learning Initiative - The SCORM Timeline (<http://www.adlnet.gov/scorm/history/index.cfm>)
6. Advanced Distributive Learning Initiative - Sharable Content Object Reference Model Version 1.2: The SCORM Overview, The SCORM Content Aggregation Model, The SCORM Run-Time Environment (<http://www.adlnet.gov/downloads/files/117.cfm>)
7. Advanced Distributive Learning Initiative - SCORM 2004 3rd Edition: Overview, Content Aggregation Model, Run-Time Environment, Sequencing and Navigation (<http://www.adlnet.gov/downloads/files/311.cfm>)
8. IMS Global Learning Consortium - IMS Content Packaging Information Model Version 1.1.4 Final Specification (http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp_infov1p1p4.html)
9. IMS Global Learning Consortium - IMS Question and Test Interoperability Overview Version 2.1 Public Draft (revision 2) Specification (http://www.imsglobal.org/question/quiv2p1pd2/imsqti_oviewv2p1pd2.html)
10. IMS Global Learning Consortium - IMS Question and Test Interoperability Assessment Test, Section, and Item Information Model Version 2.1 Public Draft (revision 2) Specification (http://www.imsglobal.org/question/quiv2p1pd2/imsqti_infov2p1pd2.html)

11. IMS Question and Test Interoperability Implementation Guide Version 2.1 Public Draft (revision 2) Specification
(http://www.imsglobal.org/question/quiv2p1pd2/imsqti_implv2p1pd2.html)
12. IEEE - Learning Technology Standards Committee 1484.12.1 - 2002 Learning Object Metadata (http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)
13. IEEE - Learning Technology Standards Committee P1484.12.3, Draft 8 Draft Standard for Learning Technology - Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata
(http://ltsc.ieee.org/wg12/files/IEEE_1484_12_03_d8_submitted.pdf)
14. Ulf-Daniel Ehlers, Jan Martin Pawlowski - Handbook on Quality and Standardisation in E-Learning (Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-32787-5)
15. Falus Iván - Bevezetés a pedagógia kutatás módszereibe (Műszaki Könyvkiadó, 2000 ISBN: 963-16-2664-4)
16. Fazekas, István Bevezetés a matematikai statisztikába (Kossuth Egyetemi Kiadó 2003)