

<https://doi.org/10.17048/AM.2023.218>

Toldi Lajos:
**A tanulói motiváció kiaknázása intelligens oktatórendszerekben
(kiaknázatlan elkötelezettség: a tanulói motiváció modellezése intelligens
oktatórendszerekben)**

Toldi Lajos

EKKE NTDI, PhD hallgató

toldi.lajos@gmail.com

Absztrakt: Azzal, hogy az intelligens oktatórendszerek (ITS, Intelligent Tutoring System) a tanulást egyre élményszerűbbé kívánják alakítani, a modern oktatás mind hatékonyabb eszközeivé válnak. Ezt az élményszerűséget, ami egyúttal a tanulási célok elérésének sikerét is szolgálja, az ITS-ek leginkább a tanuló egyéni igényeihez, képességeihez és tudásszintjéhez igazított, személyre szabott tanulási útvonalak biztosításával érik el. Az adaptivitás mértéke azonban tovább fokozható. Tanulmányok sora – például (Waschull, 2005), (Hartnett, 2016), (Urhahne & Wijnia, 2023) – mutat rá arra, hogy a különböző digitális oktatási platformok kapcsán, minden olyan esetben, amikor a tanulók a tanárok közvetlen beavatkozása nélkül vesznek részt a tanulási folyamatban, az elköteleződés, a tanulói motivációs állapot különösen meghatározó szerephez jut.

Tanulmányunk a digitális platformok, ezen belül is az ITS-ek és a tanulói motiváció közötti összetett kapcsolat feltárására törekszik, annak lehetőségeit vizsgálva, hogy ezek a rendszerek miként térképezhetik fel és hasznosíthatják, szükség esetén adaptív beavatkozás révén tarthatják fenn, vagy továbbmenve, a kívánt szintre transzformálhatják a tanuló aktuális motivációs állapotát a tanulási folyamat során.

A vonatkozó kutatási eredmények – például (Heckhausen, 2000), (Aunger & Curtis, 2013), (Urhahne & Wijnia, 2023) – rendre bizonyítják, hogy a mindenkor megélt motivációs állapotunkat számos dimenzió együttesen határozza meg. Ezen dimenziók jelentős hányada a digitális tanulási folyamat során is jelen van, az intrinzik motivációtól kezdve (például egy feladat vállalása a benne rejlő örömeért (Ryan & Deci, 2000b)), a külső jutalmak vagy tényezők által irányított (extrinsic) motiváción át (Ryan & Deci, 2000a), egészen a teljesítmény motivációig (Ames & Archer, 1988). Továbbá az olyan ismert elméletek, mint az önhatékonyság (Zimmerman, 2000), az elvárás elmélet (Wigfield & Eccles, 2000) vagy a kimutatott, különféle teljesítményorientációk (Elliot & McGregor, 2001) esetleges figyelembevételével még bonyolultabbá és sokrétűbbé teszik a kiaknázni kívánt motivációs mixet.

Tanulmányunkban arra törekszünk, hogy átfogó képet nyújtsunk a tanulást alátámasztó motivációs állapot-modellekről, bemutassuk azoknak a tanulási eredményekre gyakorolt kritikus hatásait, majd megvizsgáljuk az ITS-nek a motivációs állapot felismerésére és annak kiaknázására szolgáló jelenlegi lehetőségeit.

Kutatásunk eredményei rávilágítanak arra, hogy jelenlegi lehetőségek, amik a tanulók motivációs állapotának azonosítására és az erre alapuló adaptációra irányulnak, egy-egy motivációs síkra egyszerűsített megközelítéseket alkalmaznak. A modellek még nem veszik figyelembe a motivációs dimenziók összetett, paralel változó állapotait, ami korlátozhatja az adaptáció hatékonyságát. Ezért felvetjük annak szükségességét, hogy további részletes kutatásokat végezzünk ezen a területen, hogy a jövőben még jobban megérthessük, ezáltal még hatékonyabbá tudjuk tenni a motivációs állapotoknak a hatékony adaptációban betöltött szerepét.

Kulcsszavak: intelligens oktatórendszer, adaptivitás, tanulói motiváció, személyre szabott tanulás, önszabályozott tanulás, tanulóközpontú megközelítés

HARNESSING LEARNERS' MOTIVATION IN INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS (UNTAPPED ENGAGEMENT: MODELING LEARNERS' MOTIVATION IN INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS)

Abstract: Intelligent Tutoring Systems (ITS), with their focus on experiential learning, are emerging as increasingly effective tools in modern education. The best way to achieve this experiential learning, which is also a means to achieve learning objectives, is through the provision of personalised learning pathways tailored to the individual needs, abilities and knowledge levels of given learner. Nevertheless, there exists potential to augment the level of adaptiveness within these frameworks. Several studies - for example, studies by Waschull (2005), Hartnett (2016), and Urhahne & Wijnia (2023) show that in the context of different digital learning platforms, whenever learners are engaged in the learning process without direct intervention by teachers, engagement and learner motivation play a particularly crucial role.

Our study explores the intricate relationship between digital platforms, including ITSs, and learner motivation, examining how these systems can identify, harness, and, if necessary, adaptively transform a learner's motivational state to optimize the learning process.

Relevant research findings, such as (Heckhausen, 2000), (Aunger & Curtis, 2013), (Urhahne & Wijnia, 2023), have consistently demonstrated that our motivational state at any given time is determined by a combination of dimensions. These dimensions, present in the digital learning process, range from intrinsic motivation, for example undertaking a task for the pleasure it provides (Ryan & Deci, 2000b), to extrinsic motivation (Ryan & Deci, 2000a), and achievement motivation (Ames & Archer, 1988). Furthermore, the possible inclusion of well-known theories, including self-efficacy (Zimmerman, 2000), expectancy theory (Wigfield & Eccles, 2000) or the demonstrated variety of performance orientations (Elliot & McGregor, 2001) adds further complexity and diversity to the motivational mix which deserves further attention in order to fully appreciate its intricate nature and potential influence on motivation in context of digital learning.

In our study, we aim to provide a comprehensive overview of the motivational state models underpinning learning, describe their critical implications for learning outcomes, and then examine the current potential of ITS for motivational state detection and exploitation.

The results of our research highlight that current options for identifying and adapting to learners' motivational states are based on simplified approaches to a single motivational plane. Current models fail to consider the dynamic interplay of diverse motivational factors, potentially hindering their ability to adapt effectively. Consequently, we advocate for more detailed research in this domain to deepen our understanding and more effectively address the intricate dynamics of motivational states.

Keywords: intelligent tutoring, adaptivity, learner motivation, personalised learning, self-regulated learning, learner-centred approach

1. Bevezetés

A technológiai fejlődés az oktatás terén is folyamatosan új lehetőségeket nyit meg, amik ígéretes módon támogathatják a tanító-nevelő munka oktatási céljait. Ezen új EDTech (oktatástechnológiai) innovációk között a mesterséges intelligencia alapú rendszerek, azon belül is az intelligens oktatórendszerek fejlesztése a kortárs pedagógiai tanulmányok egyik vezető kutatási fókuszává is vált.

Ennek oka, hogy az ITS-ek megközelítése alapvetően abban különbözik a hagyományos informatikaalapú ED-Tech rendszerektől, hogy az alkalmazott AI technológiákra támaszkodva, a diákok pillanatnyi és trendszerű jellemzői alapján adaptív módon képesek a tanulási folyamatra hatást gyakorolni. Ezek a kontextusfüggő pedagógiai stratégiák gépi tanulás segítségével valósulnak meg. Taktikai szinten ezek magukban foglalhatnak többek között célzott interakciókat (információgyűjtés céljából is), személyre szabott visszajelzéseket, de az adott tananyag, vagy feladatnak az adott pedagógiai helyzethez illő módosítását is.

ESZTERHÁZY KÁROLY KATOLIKUS EGYETEM
INFORMATIKA KAR • DIGITÁLIS TECHNOLÓGIA INTÉZET
AGRIA MÉDIA KONFERENCIA 2023

Az ITS-ek további fejlődési irányait vizsgálva, sok szakember (például, Long et al., 2015) egyöntetű várakozása szerint kiemelkedő lehetőségeket rejt magában a tanulói motivációs állapot behatárolásának, továbbá a detektált állapot időbeni változásának követése, annak érdekében, hogy – a hagyományos tanári munkához hasonlóan –, az új generációs ITS-ek a tanulási folyamatba történő pedagógiai célú beavatkozásra ezen információk alapján is minél alkalmasabb eszközzé váljanak.

Fontos megemlítenünk, hogy mások, például Baker és Rossi, úgy vélik, a tanulási viselkedés szempontjából a motivációs állapot nem rendelkezik meghatározó szereppel. Nézetük szerint a tanulók motivációjának nyomon követése és az oktatási technikák ennek megfelelő adaptálása potenciálisan elvonhatja az oktatáskutatók figyelmét a tanulási folyamat fontosabb elemeiről. 2013-as tanulmányukban amellet érvelnek, hogy a tanulók elemzésén alapuló konkrét motivációs stratégiák integrálása nem feltétlenül eredményez jelentős javulást a tanulási eredményekben, és azt hangsúlyozzák, hogy az ITS-rendszereken belüli adaptív beavatkozások tervezésekor elsősorban inkább a kognitív tényezőkre, nem pedig a motivációra kellene helyezni a hangsúlyt. (Baker & Rossi, 2013)

Az oktatási rendszerben egy tanuló sikere nem csak a képességeitől, tehetségétől függ, véleményünk szerint, a tanulói motivációnak szintén meghatározó szerepe van. E kutatás célja, hogy feltárja a tanulók tanulási folyamatait befolyásoló, különböző, azonosítható motivációs állapotait, ezen állapotok felismerésének módszereit (Lengyel, 2011), valamint azt, hogy hogyan lehet ezeket az információkat olyan pedagógiai célok eléréséhez felhasználni, mint az általános tanulási élmény fokozása, a tanulók elkötelezettségének elősegítése, szorgalmának, kitartásának növelése, az önszabályozott tanulási képességek elősegítése.

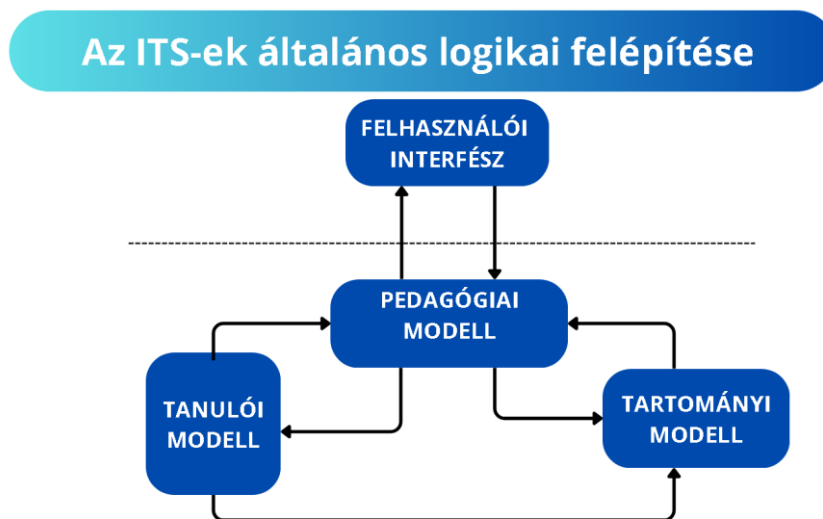
A tanulói teljesítményparaméterek javításán túlmenően ez a megközelítés számos előnyt kínálhat a tanároknak is. Mindenekelőtt, az intelligens rendszerek által végzett valós idejű elemzés révén a teljesítménymérők, az interakciós minták, valamint a személyes tulajdonságok és jellemzők tekintetében jobb rálátást nyújt a tanulók egyéni szükségleteire, ezáltal támogatva a pedagógusokat abban, hogy hibrid, osztálytermi keretek között is személyre szabottabb oktatási körülményeket alakíthassanak ki a tanulóik számára, például csoportmunka megszervezése, vagy akár egy-egy kiselőadás témájának megjelölése során.

Továbbá, azzal, hogy az ITS-ek képesek a tanulási folyamatot az egyéni tanulói igények szintjén menedzselni, a tanulói felhasználói felület önálló munkát ösztönző szolgáltatásaival, a mutatott saját teljesítmény tanulók számára történő visszajelzésével, a feladatok kiosztásának automatizálásával a tanárok munkáját is lényegesen hatékonyabbá teszik, több időt engedve a személyes nevelésre, a tanulókkal való közvetlen és célzott interakcióra.

Így az intelligens oktatórendszerekben a tanulói motiváció adaptációját nem csak technológiai innovációként, hanem a pedagógiai célok elérését szolgáló, tudatosan alkalmazott eszközként is tekinthetjük, ami jelentős hatással lehet a jövő oktatásának minőségére.

2. Az ITS-ek vázlatos logikai felépítése

Az ITS-ek általános, logikai felépítését az 1. ábra szemlélteti (Nwana, 1990).



1. ábra Az ITS-ek általános logikai felépítése

A **tanulói modell** a rendszer egyik alapvető komponense, ami a kognitív, affektív és egyéb pszichológiai (például motivációs) állapotokból felépülő tanulói profilt és az egyéni tanulási előmenetelt kezeli. Általában ez a modul tartalmazza a diagnosztikai motort is, ami a tanulók képességeinek, előzetes tudásának, a tanulási preferenciáinak megértéséért, felméréséért, valamint a tudásállapot változás követéséért felelős. Emellett, a tárolt tanulói interakciós adatok elemzése alapján jellemzően ez a modul képes azonosítani a tanulási nehézségeket is, szükség esetén javaslatokat téve a pedagógiai modulnak a tananyag módosítására.

A **tantárgyi-tartományi modul** az elsajátítandó tananyag tartalmi egységeit és az ahhoz kapcsolódó szabályokat, elveket tartalmazza. Nyilvántartja a tananyag struktúráját, annak az elsajátítás folyamán lehetséges bejáratóságát, az egyes részek nehézségi fokozatait, összegyűjti a tanulók által mutatott jellegzetes hibákat, téves szabályértelmezéseket és tévképzeteket, segítve a pedagógiai modellt ezek leküzdésében, a helyzetfüggő tanítási stratégiák megvalósításában, a pedagógiai taktikai igények tartalmi kiszolgálásában.

A **felhasználói interfész** az ITS azon részének összessége, amelyen keresztül a tanulók interakcióba lépnek a rendszerrel. Ez a modul biztosítja a felhasználóbarát és intuitív kezelőfelületet, amely lehetővé teszi a tananyaghoz való könnyű hozzáférést és a tanulói interakciókat. A felület jellemző bővítménye a *szenzor-modul*, ami biometrikus érzékelők adatainak használata esetén a mérésekért és az eredmények kiértékeléséért felelős egység. Ez a felhasználói kapcsolatokért felelős modul a hagyományos ember-számítógép interfész képességeken túl – akár a tanulók érzelmi és motivációs állapotának minél pontosabb követése érdekében –, természetes nyelvi interakcióval (Litman, 2012) és fejlett érzékelő algoritmusokkal is törekedhet a felhasználói élmény, a tanulás iránti elkötelezettség fokozására (D'Mello & Graesser, 2010).

A **pedagógiai modell** a tanulási folyamatot irányítja. Ha nem önálló egységbe szervezik, akkor általában itt kap helyet az *adaptív motor*, ami rendszer többi modulja által biztosított adatok alapján felügyeli a folyamatot. Algoritmusai és gépi tanulási technikái alapján a tanuló aktuális szükségleteihez igazodva döntéseket hoz a legmegfelelőbb tanulási útvonalokról, a tanítási stratégiáról és a tanítási módszerekről, milyen tartalmat, hogyan és mikor mutasson be, szükség szerint magyarázatokat, tippet, példákat és gyakorló feladatokat ad, figyelembe véve a tanulói modulból származó adatokat, benne a diagnosztikai motor által biztosított eredményekkel, osztályba sorolásokkal, és a felhasználói felületről származó tanulói interakciós és biometrikus adatokkal.

3. Az ITS-ek adaptivitásának megvalósítása

ESZTERHÁZY KÁROLY KATOLIKUS EGYETEM
INFORMATIKA KAR • DIGITÁLIS TECHNOLÓGIA INTÉZET
AGRIA MÉDIA KONFERENCIA 2023

Az adaptív motor által megvalósított személyre szabott működés, mint az intelligens oktatórendszerek egyik lényegi tulajdonsága, a tanulási folyamatot a tanuló egyedi képességeihez, tudásszintjéhez és igényeihez igazítja. Mindez több dimenzió mentén valósul meg.

Először is, a rendszert képessé kell tenni a tanuló aktuális tudásszintjének meghatározására, amin az elsajátítandó tananyagok, megoldandó feladatok nehézségi fokának a tanulóhoz rendelése alapul, biztosítva, hogy a tanuló se túl könnyű, se túl nehéz kihívásokkal ne szembesüljön. Hagyományos rendszerekben a szintfelmérés általában előzetes tesztek, feladatmegoldások segítségével történik, azonban a modern, nagy nyelvi modelleket is alkalmazó ITS-ek esetében ez már egy célzott, interaktív – a modern TTS (szövegből beszédbe) és STT (beszédből szövegbe) technológiák használatával megvalósuló –, írott, vagy beszédalapú interakciók révén is megtörténhet. Az ITS a felmért adatok gépi tanulás segítségével történő kiértékelése után elvégzi a tanuló tudásszint hozzárendelését, meghatározva ezzel, hogy a tanulási folyamat során az elsajátítandó tananyag előzetesen, szakértők által összeállított és szintekhez rendelt tudástárából, mik lesznek azok az elemi egységek, amik a tutorálási folyamat során felhasználhatók, az adott tanuló számára a mért tudásával kompatibilisek lesznek.

Másodsorban, az ITS-nek fontos feladata a tanuló tanulási stílusának meghatározása is, hogy a tananyag prezentálásakor, annak befogadótól függő módjára is tekintettel lehessen. Ennek megvalósítása több adódó stratégia mentén történhet. Egyik lehet, ha a bemeneti kérdőív, felmérő beszélgetés foglalja magában a vizuális, auditív, vagy kinetikus tanulási preferenciák feltérképezését, míg ennek hiányában – vagy ezt pontosítandó – az is megoldás, ha a kezdeti (akár semleges) preferenciavektort a tanulói interakciók, előrehaladási eredmények alapján folyamatos kiértékelés alá vetik, az eredményeket pedig a vektor szükség szerinti módosítására használják. A feladat viszonylag egyszerű jellegéből adódóan, az ITS-ek a tanulási stílus kiértékelését is jellemzően a megszokott gépi tanulási eljárásokra, például döntési fákra bízják. A preferenciavektornak az iránya alapján, valamint egyéb, az adott oktatási kontextust jellemző paramétertől függően, az ITS-ek döntést hoznak a következő tanulási egység felhasználói felületen történő hozzáférhetőségének, megjelenítésének módjáról, stílusáról. Ezt a döntéshozó egységet, – főként, ha a tananyagrészt végeztével, az elsajátítás hatékonyságára vonatkozó visszamérés eredménye a döntések jószágára vonatkozó visszacsatolást is biztosít, – már érdemes lehet neurális hálózat alkalmazásával implementálni, ami egyben rugalmas megoldást jelenthet a tanulási szituációban ható más, kontextus-paraméternek a döntési modellbe történő rugalmas, könnyen megvalósítható bevonására is.

Az ITS-ek személyre szabott működésének harmadik lehetséges aspektusa kifejezetten a tanuló érzelmi, valamint motivációs állapotára vonatkozik. A motivációs adaptivitás az aktuális állapot modell alapú felismerése, valamint az arra való pedagógiai reflexió mellett, annak a várható, közeljövő béli alakulására vonatkozó szintézis képességét is magában foglalhatja.

A tanulási folyamatra ható adaptációs beavatkozásokat két csoportra bonthatjuk. Makroszintű adaptivitás esetén pontszerűen, az adott tananyagrészt, tanóra, vagy még magasabb szintű szerkezeti egység, például egy-egy témakör megkezdése előtt – és esetleg után – elvégzett adaptációs igényellenőrzés eredménye alapján történik, ami a tanulási folyamatban előálló ad hoc motivációs problémák ellensúlyozására nem ad lehetőséget. Ezzel szemben, a mikroszintű adaptációs szemlélet a tanulók közvetlen, pillanatnyi szükségleteire összpontosít. Ez a fajta adaptivitás dinamikus, képes a tanuló fejlődő megértéséhez és elkötelezettségéhez igazodni, amire a makroszintű adaptációs stratégiák csak közvetett módon képesek.

A tanulók tanulási stílusa jellemzően egy statikus attribútumként jelenik meg. Egy témakör, vagy akár egy teljes tananyag elsajátításához viszonyítva, egy-egy elemi tananyagegység feldolgozásával a tanuló tudásszintjének egy lassú evolúciója figyelhető meg. Ebből adódóan, az intelligens oktatórendszerek ezeket a jellemzőket primer állapotukban leginkább csak makroadaptációs célokra tudják hasznosítani.

Ezzel szemben, azok az ITS-ek, amik nem csak a kezdeti, például kérdőívek által gyűjtött bemeneti motivációs állapotadatokra támaszkodnak, folyamatosan figyelik és alkalmazkodnak a diákok motivációs állapotának változásaihoz. Ennek köszönhetően képesek azonnal észrevenni, ha egy diák motivációja megváltozik, és ennek megfelelően szabályozni az oktatási módszereket.

Ezt az észlelési képességet több módon, speciális biometrikus mérőeszközök használatától kezdve, videókamerás arckifejezés vizsgálatokon, figyelemfókusz adatok gyűjtésén-elemzésén, az egér, kurzor mozgásának nyomon követésére képes érzékelők alkalmazásán át, az interakciós minták, válaszütemek, tananyagban erre a célra felkínált választási lehetőségek elemzéséig, vagy akár a tanulóktól kért közvetlen visszajelzések révén érhetik el.

Miután a rendszer a gépi tanulásba bevont információk alapján érzékelni és követni tudja a tanuló motivációs állapotára utaló jelek változását, ennek a változásnak megfelelően kell alakítania az adaptív stratégiáit is, annak érdekében, hogy a tanulók számára következetesen vonzó és hatékony tanulási élményt nyújthasson.

4. A tanulói motivációs állapotok érzékelése

A hagyományos tantermi környezetben a tanulók motivációjának folyamatos figyelemmel kísérése és megfelelő kezelése minden tanár számára alapvető feladat, mind a frontális tanítás, mind a gyakorlati foglalkozások során. Ebben a dinamikus és változatos környezetben a tanulói motiváció megértése különböző módszerekkel közelíthető meg. A szóbeli interakciók elemzésével, a tanulók viselkedésének vizuális megfigyelésével és ismeretlen helyzetekben történő célzott kérdezéssel a pedagógusok szinte folyamatosan nyomon követhetik és befolyásolhatják az egyes tanulók motivációs állapotát. Ez a kihívást jelentő feladat kulcsfontosságú a tanulási folyamat hatékonysága és a tanulók képességeinek fejlesztése szempontjából.

Az intelligens oktatórendszerekben ez a feladat a rendszerre hárul. Azon esetekben, ahol a rendszertervezők a motivációt, mint tanulói tulajdonságot szemlélik, a motivációs állapotok észleléséért felelős mesterséges intelligencia eszközt a tanuló moduljába integrálják. Ezzel szemben azok az ITS-ek, amik a tanuló motivációját vagy az oktatási tervezés részeként szemlélik, vagy azt egy dinamikus, kontextusfüggő konstruktként értelmezik és indikációs, valamint beavatkozási céllal egyaránt felhasználják, a motivációs állapotot nyomon követő mesterséges intelligencia egységet általában a pedagógiai modulba ágyazzák.

Ezek a rendszerek speciális gépi tanulási algoritmusokkal vannak felszerelve, amik között találhatunk mély neurális hálózatot, időben változó adatok elemzésére optimalizált visszacsatolt neurális hálózatot (RNN), térbeli információk hatékony elemzéséhez használható konvolúciós neurális hálózatot (CNN) ugyanúgy, mint egy Markov, vagy Bayes-modellt is, amik olyan külső érzékelési technológiákat dolgozhatnak fel, mint a már említett kamerás tekintetkövetés, a figyelemfókusz elemzése, az egerkurzor mozgása, a felhasználói felület műveleti adatai. A belső algoritmusok és a külső érzékelők ezen kombinációja a kezdeti kalibrációt követően lehetővé teszi a tanuló motivációs állapotának folyamatos nyomon követését és elemzését.

A kezdeti kalibráció során a sokdimenziós, komplex motivációs teret a használatba vett mesterséges intelligencia megoldások segítségével, néhány dimenziós modellé egyszerűsítik le. Az alábbiakban egy példán keresztül mutatjuk be, hogy egyedi transzformációk révén egy motivációsan intelligens oktatási rendszer miként tehető képessé a tanulók kijelölt személyes adataiból, megfigyelt jellemzőiből, tevékenységeiből, vagy válaszaiból levezethető, a motivációjukban bekövetkező apró változások észlelésére.

Qu és munkatársai (Qu et al., 2005) a tanulók figyelemfókusz adataiból, a feladatmegoldások során megfigyelt erőfeszítés mértékéből és egy kreált mutató, az *önbizalom index* alapján hozták létre saját motivációs adaptív rendszerüket. A rendszerben a *magabiztosság* vektor egy ordinális skála három értékét (*magas, normális, alacsony*) vehette fel. A motivációs modelljük második elemét az *erőfeszítés* vektor adta, ami a feladatmegoldásokkal töltött idővel arányos, intervallumskálán került ábrázolásra. A harmadik dimenzióvektor, ami ugyancsak ordinális skálát kapott, a *zavarodottság* vektor lett, aminek az irányát a figyelemfókusz adatok változása alapján mozgatták (a skála a *nagyfokú zavarodottság*-tól, a *nem zavarodott*-ig terjedt).

Terjedelmi okokból több példa bemutatására nincs lehetőségünk, így csak megjegyezzük, hogy bár más szerzők a motiváció modellezésében esetenként eltérő tanulói adatokra építik modelljeiket, a most bemutatott módszerhez hasonlóan, jellemzően ma még a rendszerek mindegyike néhány végső motivációs dimenzióra történő egyszerűsítéssel, aggregációval él.

5. Tanulói motivációs elméletek, adaptív beavatkozási lehetőségek

A motivációs állapot ingadozások azonosítását követően a rendszernek olyan visszajelzést, interaktív támogatást, eseti tanulási tartalmat kell kínálnia, ami a tanuló aktuális motivációs igényeihez igazodik. Az alábbiakban ennek a kritériumrendszerét, elméleti megalapozását és gyakorlati példákkal alátámasztott alkalmazhatóságát tekintjük át.

A motiváció, mint komplex konstruktkum, bonyolult összefüggések mentén dominálja a tanuló elkötelezettségét, kitartását és általános tanulási eredményeit. Annak érdekében, hogy olyan ITS rendszereket tervezhessünk, amik a helyzetből fakadó pedagógiai célokat a lehető legjobban szolgálják, fontos, hogy a tanulási folyamatba

történő mindenkori adaptív beavatkozások a tanulói motiváció kutatásának azon elméleteivel is összhangban legyenek, amik a motiváció és az elért tanulmányi eredmény közötti kapcsolat elemzésének alapját jelentik.

Ezeknek az elméleteknek a közös jellemzője, hogy különböző megközelítésekkel élve, de egyaránt betekintést nyújtanak a tanulók egyedi döntéseibe, cselekedeteik és a tanulási magatartásuk mögött meghúzódó okokba, segítséget nyújtva a tanulói elkötelezettség mértékének, valamint a teljesítményt befolyásoló egyéb, kimutatható tényezőknek az azonosításában, amelyek – akár a motiváció fokozására, akár fenntartására irányuló stratégiák mentén – a tanulók egyedi igényeinek megfelelő, adaptív pedagógiai beavatkozások alapját jelentik.

A továbbiakban az elvárás-érték elmélet, a szociális kognitív elmélet, az önmeghatározás elmélet, a teljesítmény-cél elmélet és az attribúciós elmélet egyes megállapításaiból indulva vizsgáljuk meg, ezek felhasználásával az ITS-ek miként térképezhetik fel az egyes tanulók motivációs állapotát, esetleges sajátos motivációs szükségleteit, annak érdekében, hogy ezek alapján eszközölt beavatkozások révén – például az autonómia, a kompetencia, vagy a kötődés érzetének erősítésével – miként segíthetik az intrinzik, vagy extrinzik motivációt, támogathatják a tanulmányi eredmények maximalizálását.

5.1 Adaptivitási lehetőségek az elvárás-érték elmélet alapján

Az elvárás-érték elmélet egyik alapállítása az, hogy a tanulók motivációját a sikerrel kapcsolatos várakozásaik és a feladatnak, vagy a tantárgynak tulajdonított értékek befolyásolják. Így, ha a tanulóknak a sikerrel kapcsolatos várakozásuk magas és a feladatot is értékesnek tekintik, akkor nagyobb valószínűséggel lesznek motiváltak az adott feladat megoldásához, tananyag elsajátításhoz szükséges erőfeszítések vállalására, hatékony tanulási stratégiák alkalmazására, ami pedig jobb tanulmányi teljesítményhez vezethet. (Wang & Xue, 2022)

Mivel a magas önhatékonysági meggyőződéssel rendelkező tanulók sokkal inkább bíznak abban, hogy sikerek lesznek, az elvárás-elmélet alapján eszközölt adaptív beavatkozások fontos szerepet játszhatnak a tanulók motivációjának alakításában, jól felhasználhatók lehetnek az adaptív pedagógiai beavatkozások tervezéséhez. Az elmélet szerint, megfelelő tervezéssel az ITS-ek a tanulók sikerrel kapcsolatos elvárásainak, valamint a különböző tantárgyakhoz, feladatokhoz kapcsolódó viszonyrendszerének az alakításában egyaránt befolyásoló szerephez hozhatók.

Példaként említhető, ha az ITS azt tapasztalja, hogy egy tanulónak adott tantárgyi területen alacsony sikerrel kapcsolatos elvárás értékei vannak (rendre a könnyebb feladatokat választja), a belső motivációjának növelése érdekében az önhatékonysági meggyőződések erősítését, a tanuló kompetenciaérezetének fokozását – megfelelően megválasztott időpontban eszközölt, – különböző, személyre szabott visszajelzések és útmutatások nyújtásával idézheti elő, miközben a tananyagrészek, tevékenységek tanulói preferenciákhoz, tudásszintjéhez történő adaptálása szintén a feladat, téma érzékelt értékét és relevanciáját növelheti.

5.2 Szociális kognitív elmélet

Az elmélet a társadalmi kontextuson, a személy, a környezet és a viselkedés dinamikus kölcsönhatásán keresztül ható kognitív folyamatok szerepét hangsúlyozza a tanulók motivációjának alakításában. Központi eleme a megfigyeléses tanulás, ami alapján a tanulók motivációját leginkább a másokról tett megfigyeléseik minősége, saját sikerképességükről alkotott meggyőződésük (önhatékonyság), valamint a cselekedeteik várható eredményéről alkotott meggyőződésük befolyásolják. A tanulók nagyobb valószínűséggel motiváltak, ha látják, hogy mások sikeresek, és hisznek abban, hogy saját erőfeszítéseik is hasonlóan pozitív eredményekhez vezetnek.

A figyelem döntő fontosságú a tanulásban, aminek az eredményességét a megfigyelt modell összetettsége és a megfigyelő érdeklődése egyaránt befolyásolja. A megfigyelést követően az egyénnek emlékeznie kell a viselkedés, megfigyelés jellemzőire, ami az információ kódolását és tárolását foglalja magában. A megtartás után, a megfigyelő fizikai és kognitív képességeinek függvényében, a reprodukció, a megfigyelt viselkedés megismétlésének képessége nyerhet bizonyítást.

Az elméletben a környezeti hatások figyelembe vétele arra is utal, hogy a környezet elősegítheti, vagy akadályozhatja a tanulást, miközben annak hatékonyságát, sikerét a már említett személyes tényezők ugyancsak befolyásolhatják. Iskolai környezetben a külső kontextus részeként a tanári elvárásokat és támogatást, a kortársak befolyását, vagy az általános osztálytermi légkört említhetjük. Tanári elvárás lehet például a tanulóknak a megfigyelt viselkedés bemutatására történő ösztönzése, aminek – azáltal, hogy a viselkedést követő értékelés növelheti, vagy csökkentheti a viselkedés későbbi megismétlésének a valószínűségét, – motivációt befolyásoló hatása van.

Belső tényezők közül elsőként a megfigyeléses tanulás alapját jelentő összehasonlító képesség említhető, ami lévén a tanulóknak lehetőségük van, hogy saját tudásukat, cselekedeteiket másokkal összehasonlítva értékeljék. Ilyen belső tényező továbbá az önhatékonyság is, ami az egyénnek a cselekvések megszervezésére és végrehajtására vonatkozó képességeibe vetett hite, a megfigyeltek alapján történő önálló cselekvési hajlandóságot határozza meg. Az önszabályozás az önellenőrzés, a célmeghatározás és az öninstrukció révén a tanulók cselekedeteinek és reakcióinak a kontrollálását teszi lehetővé. Az erős önreflexióval rendelkező tanulók nagyobb valószínűséggel alkalmaznak hatékony tanulási stratégiákat, megfelelően gazdálkodnak az idejükkel, szabályozzák érzelmeiket és motivációjukat. (Bandura, 1977, 1999, 2008) (Schunk, 1989)

Az ITS-ek számára az elmélet alapján előnyös lehet, ha lehetővé teszik sikeres tanulási stratégiák megfigyelését és modellezését, ami akár virtuális tanuló társak interakcióival, akár a feladatok hatékony megközelítésére vonatkozó példákkal elérhető stratégia lehet. Az önhatékonyságot azzal támogathatják, ha személyre szabott visszajelzést adnak a teljesítményről és a tanulmányi előrehaladásról, ezzel erősítve a tanulók saját sikerre való képességükbe vetett hitét. Az ITS-ek az önszabályozási folyamatot is előmozdíthatják, ha eszközöket biztosítanak a célok kitűzéséhez, az időgazdálkodáshoz, vagy az önellenőrzéshez. Azáltal, hogy a tanulók ösztönzést kapnak, hogy kitűzzék saját tanulási céljaikat, majd nyomon tudják követni az elérés felé tett előrehaladást is, nagyobb valószínűséggel maradnak motiváltak a tanulási folyamat során.

Továbbá, ha olyan pedagógiai módszerek, eszközök, technikák kerülnek implementálásra az ITS rendszerben, mint például a játékosítás, vagy a teljesítményszintekhez rendelt jutalmak; mivel pozitív elvárásokat támasztanak a tanulási tevékenységekbe fektetett erőfeszítések eredményeivel kapcsolatban, mindezek szintén a motiváció növelési irányába hathatnak.

5.3 Az önmeghatározás elmélete

Az önmeghatározás elmélete, mint a motiváció makroelmélete, az intrinzik és extrinzik motivációk kutatásából fejlődött ki. Az elmélet fő állítása, hogy az egyéneknek az autonómiára, a kompetenciára és a kapcsolódásra vonatkozó veleszületett pszichológiai szükséglete van. Ha ezek a szükségletek kielégülnek, az nagyobb belső motivációt és mentális egészséget eredményez, míg ezek hiányában az egyén motivációja időben csökkenő tendenciát mutat.

Az elmélet megfogalmazói (Ryan & Deci 2000) szerint ez a három szükséglet kielégítése a belső motivációt erősíti, ami pedig az elkötelezettséget, benne a fokozott teljesítményhajlamot, a kitartást és a kreativitást egyaránt képes megnövelni.

Az autonómia az egyén cselekvőképességére, döntésképeségére és akarat érvényesítésére vonatkozó igényre utal. Ha a tanuló úgy érzi, hogy szabadon dönthet a tanulási folyamat egyes elemiről, miközben tiszteletben tartják a véleményét, akkor nagyobb valószínűséggel lesz motivált és elkötelezett a tanulással kapcsolatos feladatok teljesítésében.

Az ITS-ekben az autonómia érzésének erősítése céljából választási lehetőségeket biztosíthatunk arra vonatkozóan, hogy a meghatározott témákat milyen sorrendben tanulják, vagy milyen típusú feladatokat végezzenek el, amik aktuálisan mutatott preferenciáik, vagy előzetes tudásszintjük alapján kerülnek felajánlásra.

A kompetenciára vonatkozó igény akkor elégül ki, ha az egyén a sikeresség, a teljesítőképesség érzését tapasztalja a tudásprezentációk, tágabb értelemben a környezetével történő interakciók során.

Az ITS-ek kontextusában ez a kompetenciaézés származhat kihívást jelentő feladatok sikeres elvégzéséből, a rendszeren keresztül a felügyelő tanároktól, vagy a társaktól kapott pozitív, illetve, a rendszertől származó adaptív, személyes, kifejezetten az egyén erősségeire és javítható gyengeségeire szabott visszajelzések nyújtásából, valamint a személyes növekedés és fejlődés megtapasztalásából. Ha a tanulók úgy érzik, hogy kompetensek a tanulmányi képességeikben, nagyobb valószínűséggel lesznek motiváltak a tanulás és az eredményesség folytatására.

A kötődés a társas, másokkal való pozitív kapcsolatok iránti igényre vonatkozik, iskolai környezetben ez első sorban a tanárokkal és a tanuló társakkal való pozitív kapcsolatokat foglalja magában. Ha a tanulók úgy érzik, hogy támogatják, értékelik őket, nagyobb valószínűséggel lesznek motiváltak a tanulmányi tevékenységekben való részvételre, keresik az együttműködés és az interakció lehetőségeit.

Az ITS-ekben a kötődés, a tanulók közti kapcsolatok mélyítése olyan kollaboratív problémamegoldó felületek révén is erősíthető, ahol a feladatokon közösen dolgozhatnak. Ezekben a virtuális közösségi terekben különböző jelvények alkalmazása, vagy ranglisták generálása – mint beépített gamifikációs elem – ugyancsak lehetséges, ezek azonban már külső motivációként is megjelennek. Ennek okán az ITS-ek egyik fontos tervezési szempontja kell legyen, hogy miközben a kötődés, kompetencia iránti szükségletek kielégítésére szolgál, a gamifikáció jutalmainak tanulók által érzékelt értéke ne a belső motiváció erodálásához vezessen.

5.4 A teljesítmény-cél elmélet

A teljesítmény-cél-elmélet arra kínál magyarázatot, hogy a diákok teljesítménycéljai hogyan befolyásolják a motivációjukat és a tanulmányi teljesítményüket. Az elmélet szerint az egyéneket bizonyos célok vagy célkitűzések elérése motiválja, amelyek lehetnek belső vagy külső célok. Elliott és Dweck 1988-ban megjelent publikációjuk (Elliott & Dweck, 1988) középpontjában a célok elsajátítási és teljesítménycélokra történő bifurkációja áll, amik eltérő hatással járnak az egyének viselkedési és mentális reakcióira egyaránt. Cikkükben a célorientációknak a motivációra, elkötelezettségre gyakorolt hatását mutatják be, valamint az egyéneknek teljesítményorientált helyzetekben a kihívásokra és kudarcokra adott válaszait elemzik.

Elmélettük szerint az elsajátítási (tanulási) célok által hajtott egyének lelkesen törekszenek kompetenciájuk növelésére és új feladatok elsajátítására. Ez az orientáció hozzájárul a kihíváskereső viselkedés és a kudarcokkal szembeni mesterorientált magatartás kialakulásához is, mivel a kudarcokat nem fenyegetésként, hanem inkább a tanulás és a fejlődés lehetőségeként fogják fel, a saját érzékelt képességektől függetlenül.

Ezzel szemben a teljesítménycélok az egyének azon törekvésében gyökereznek, hogy növeljék, vagy megőrizték a kompetenciájukról alkotott képzeiteiket, illetve elhárítsák a negatív ítéletek veszélyét. Ez a célorientáció a kihívások elkerülésére és a tanult tehetetlenségbe való menekülés hajlamát mutatja, különösen akkor, amikor az érzékelt kompetencia csökkenésnek indul. Másrészt, még magas észlelt kompetencia esetén is a teljesítmény-cél orientáció a kockázatkerülési hajlamot erősítheti, mivel az egyének távol tarthatják magukat a kudarc veszélyével terhelt tanulási lehetőségektől.

Az elmélet alapján tehát az ITS-ek a teljesítmény szituációs célok (elsajátítás vagy teljesítmény), illetve az észlelt saját képességek (megfelelő, alacsony) befolyásolása révén jelentősen orientálhatják az egyén feladatválasztását. Például, elsajátítási célorientációval rendelkező tanulók számára több lehetőséget biztosíthatnak az önálló tanulásra, problémamegoldásra és felfedezésre, mivel ezek a tevékenységek összhangban vannak a tanulók kompetenciájuk növelésére és új feladatok megtanulására irányuló vágyával. A teljesítmény-cél-orientált tanulók esetében pedig adaptív interakciók révén támogató, ösztönző, nem fenyegető tanulási környezet megteremtésére összpontosíthatnak, hogy ezzel enyhítsék a negatív eredménytől, értékeléstől való félelmet.

5.5 Attribúciós elmélet

Az attribúciós elmélet szerint az a mód, ahogy az egyének a sikereik és kudarcuk okait érzékelik, jelentős hatással lehet motivációjukra, énképükre és későbbi viselkedésükre. Az attribúciók belsők vagy külsők, stabilak vagy instabilak, ellenőrizhetők vagy nem ellenőrizhetők lehetnek. Ha az attribúcióik alapján az egyének a sikereiket belső tényezőknek, saját képességeiknek, erőfeszítéseik érdemének tulajdonítják, nagyobb valószínűséggel fognak továbbra is magasabb szintű motivációval és pozitív énképpel rendelkezni. Ha azonban a kudarcokat külső tényezőknek, például a feladat nehézségének, vagy balszerencsének tulajdonítják, ezzel az egyének motivációja csökkenhet, ami negatív énkép kialakulásához, vagy fennmaradásához vezethet. (Savolainen, 2013)

Ha az ITS-ek betekintést szereznek a tanulók saját tanulmányi eredményeikkel kapcsolatos hiedelmeibe, gondolkodásmódjába, ez lehetőséget teremt arra, hogy segítsék őket egy adaptívabb attribúciós stílus kialakításában. A tanulókat arra ösztönzve, hogy azonosítsák azokat a tényezőket, amiknek a sikereiket és a kudarcaikat tulajdonítják, az önreflexió kialakulása is elősegíthető. Mindez a motiváció erősítésére, a tanulmányi teljesítmény fokozásának érdekében úgy hasznosul, ha olyan bátorítással, támogatással társul, ami a sikereiket, kudarcaikat egyaránt a tanulás, fejlődés lehetőségének tekinti, az erőfeszítést, az esetleges kudarc vállalását, a hibákból való tanulás lehetőségét hangsúlyozza, egyidejűleg támogatva a tanulók saját tanulásuk feletti cselekvőképességének és kontroll érzésének a kifejlődését is. Ennek a pedagógia céljaként az eléréshez a rendszereknek olyan visszajelzéseket kell biztosítaniuk, amik a végeredmény helyett az erőfeszítésre, a fejlődésre és az alkalmazott konkrét megoldási, el-sajátítási stratégiákra összpontosítanak, azt erősítve, hogy a siker az erőfeszítés és a hatékony tanulási stratégia együttes eredménye, nem pedig a veleszületett képességeké, amik azt csak könnyebbé tehetik.

6. Összegzés

Amint az előző fejezetekben megvizsgáltuk, a tanulói motiváció egy sokrétű konstrukció, amelyet – néhány szakértővel ellentétben – úgy gondolunk, hogy jelentősen befolyásolhatja az intelligens oktatórendszerek hatékonyságát. Példákon keresztül azt is bemutattuk, hogy az ITS-ek számára a tanulói motiváció hatékony kezelésének elengedhetetlen feltétele, hogy a rendszerek koncepcióalkotása és tervezése a különböző motivációs elméletek és azok tanulásra gyakorolt hatásainak ismeretében történjen.

Véleményünk szerint, az ITS-nek olyan funkciókkal, instrukciós készlettel, adaptív pedagógiai stratégiákkal kell rendelkezniük, amik igazodnak ezekhez az elméletekhez, személyre szabottabb és elkötelezőbb tanulási élményt kínálnak. Ez magában foglalja a tananyagban a tanulók által érzékelt értékhez, sikerre vonatkozó elvárásaihoz igazított testre szabás; a tanulói visszajelzések és teljesítménymérések alapján a feladatok nehézségének és relevanciájának dinamikusan módosítását; olyan funkciók bevezetését, amik akár virtuális interakciók, akár szimulációk révén lehetővé teszik sikeres stratégiák megfigyelését; vagy épp a belső motivációt fokozva, témákra, feladattípusokra vonatkozó választási lehetőségeket kínálnak; miközben a visszajelzési mechanizmusai a kompetenciára, az autonómiára és a kapcsolódásra összpontosítanak.

A jövőbeni ITS-eknek az adaptív tanulási stratégiák alkalmazásakor a tananyagban, megoldandó feladatnak valós időben, a tanuló aktuális motivációs állapota és tanulási előrehaladása alapján történő dinamikus módosítását minden esetben biztosítaniuk kell. Ehhez azonnali és személyre szabott visszajelzést, iránymutatást, vagy bátorítást kell rendelkezniük, amely építő jellegű, és ami az eredmények helyett az erőfeszítésekre, a pedagógiai stratégiára összpontosít.

Azt is megállapítottuk, hogy a játékszerű elemek, például jelvények, pontok és ranglisták beépítése fokozhatja a motivációt, különösen, ha ezek az elemek összhangban vannak a tanulási célokkal.

Mindezek megvalósításához, a tanulók igényeihez való folyamatos alkalmazkodás érdekében, a jövő ITS-ének a motivációs állapotok valós idejű nyomon követésére szolgáló mechanizmusokkal kell rendelkeznie. Ez magában foglalhatja a figyelem, az elkötelezettség és az érzelmi állapotok mérésére szolgáló, nem zavaró biológiai érzékelők használatát, az interakciós minták, válaszidők és feladatválasztások elemzését, miközben közvetlen visszacsatolási mechanizmusai révén lehetővé teszi a tanulók számára, hogy aktuális motivációs állapotukat, preferenciáikat közvetlenül a rendszeren belül is jelezhessék.

Bár az ITS képes adaptívan reagálni a tanulói motivációra, az emberi interakció szerepe továbbra is kulcsfontosságú. Ezért a jövőben az ITS-eknek azáltal, hogy betekintést nyújtanak a tanulók aktuális motivációs állapotába, az időben történő és hatékony személyes tanári beavatkozást is elő kell segítenie. A tanulók egymással történő kapcsolattartásának, egymástól való tanulásának lehetőségeit pedig az ITS-en belül olyan együttműködő tanulási környezetek kialakítása szolgálhatja, ahol a tanulók bevonhatják és motiválhatják egymást.

7. Következtetés, jövőbeni kutatási irányok

A motivációs elméletek beépítése az ITS tervezésébe utat kínál a vonzóbb és hatékonyabb tanulási tapasztalatokhoz. A tanulók változatos motivációs igényeinek megértésével és kezelésével az ITS olyan környezetet teremthet, amely elősegíti a tartós elkötelezettséget és a jobb tanulási eredményeket.

Az ITS-ek jövőbeni sikere tehát abban rejlik, hogy egyre inkább személyre szabott, érzékenyebb és hatékonyabb tanulási utak kialakításával, mennyire lesznek képesek leképezni és dinamikusan alkalmazkodni az emberi motiváció bonyolult szövevényéhez.

Ennek érdekében az ITS-ek tanulói motiváció kezelési hatékonyságát folyamatosan értékelni és fejleszteni kell, ami egyfelől, a különböző motivációs stratégiák hatásának megértését és finomítását célzó kutatásokban a tanulási analitikák felhasználását, másrészt a fejlesztendő területek azonosítása érdekében a tanulóktól és oktatóktól származó felhasználói visszajelzések gyűjtését és elemzését egyaránt megköveteli.

Ezen jelenségek megértésére törekvő kutatásokban az értelmezhető mesterséges intelligencia (XAI) technológiákra is fényes jövő vár.

Irodalomjegyzék

- Ames, C., Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation processes. *Journal of Educational Psychology* 80(3), 260–267. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.3.260>
- Atkinson, J. W. (1957). Motivational determinants of risk-taking behavior. *Psychological Review* 64(6, Pt.1), 359–372. <https://doi.org/10.1037/h0043445>
- Aunger, R., Curtis, V. (2013). The Anatomy of Motivation: An Evolutionary-Ecological Approach. *Biological Theory* 8(1), 49–63. <https://doi.org/10.1007/s13752-013-0101-7>
- Baker, R., Rossi, L. M. (2013). CHAPTER 14 – Assessing the Disengaged Behaviors of Learners. In, *Design Recommendations for Adaptive Intelligent Tutoring Systems Learner Modeling* Vol. Volume I 153–p164.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review* 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1999). Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective. *Asian Journal of Social Psychology* 2(1), 21–41. <https://doi.org/10.1111/1467-839X.00024>
- Bandura, A. (2008). Social Cognitive Theory. In W. Donsbach (Ed.), *The International Encyclopedia of Communication* (p. wbiecs053). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781405186407.wbiecs053>
- Boulay, B. D. (2011). Towards a Motivationally Intelligent Pedagogy: How Should an Intelligent Tutor Respond to the Unmotivated or the Demotivated? In R. A. Calvo & S. K. D'Mello (Eds.), *New Perspectives on Affect and Learning Technologies* (41–52). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9625-1_4
- Boulay, B. D., Del Soldato, T. (2016). Implementation of Motivational Tactics in Tutoring Systems: 20 years on. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 26(1), 170–182. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0052-1>
- Boulay, B. D. (2018). Intelligent Tutoring Systems That Adapt to Learners Motivation. In *Tutoring and Intelligent Tutoring Systems*. Nova Science Publishers Inc.
- Chango, W., Cerezo, R., Sanchez-Santillan, M., Azevedo, R., Romero, C. (2021). Improving prediction of students' performance in intelligent tutoring systems using attribute selection and ensembles of different multimodal data sources. *Journal of Computing in Higher Education* 33(3), 614–634. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09298-8>
- D'Mello, S., Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction* 22(2), 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001>

ESZTERHÁZY KÁROLY KATOLIKUS EGYETEM
INFORMATIKA KAR • DIGITÁLIS TECHNOLÓGIA INTÉZET
AGRIA MÉDIA KONFERENCIA 2023

- D'Mello, S. K., Graesser, A. (2010). Multimodal semi-automated affect detection from conversational cues, gross body language, and facial features. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 20(2), 147–187. <https://doi.org/10.1007/s11257-010-9074-4>
- D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R., Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction* 29, 153–170. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.05.003>
- Elliot, A. J., McGregor, H. A. (2001). A 2 × 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology* 80(3), 501–519. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.80.3.501>
- Elliott, E. S., Dweck, C. S. (1988). Goals: An approach to motivation and achievement. *Journal of Personality and Social Psychology* 54(1), 5–12. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.1.5>
- European Commission. Joint Research Centre. (2018). The impact of Artificial Intelligence on learning, teaching, and education. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/12297>
- Ghergulescu, I., Muntean, C. H. (2012). Measurement and Analysis of Learner's Motivation in Game-Based E-Learning. In D. Ifenthaler, D. Eseryel, & X. Ge (Eds.), *Assessment in Game-Based Learning* (355–378). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4_18
- Guo, L., Wang, D., Gu, F., Li, Y., Wang, Y., Zhou, R. (2021). Evolution and trends in intelligent tutoring systems research: A multidisciplinary and scientometric view. *Asia Pacific Education Review* 22(3), 441–461. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09697-7>
- Hartnett, M. (2016). The Importance of Motivation in Online Learning. In M. Hartnett, *Motivation in Online Education* (5–32). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0700-2_2
- Hattie, J., Hodis, F. A., Kang, S. H. K. (2020). Theories of motivation: Integration and ways forward. *Contemporary Educational Psychology* 61, 101865. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101865>
- Heckhausen, J. (2000). Evolutionary Perspectives on Human Motivation. *American Behavioral Scientist* 43(6), 1015–1029. <https://doi.org/10.1177/00027640021955739>
- Heckhausen, J., Heckhausen, H. (Eds.). (2018). *Motivation and Action*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65094-4>
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach* (1. ed). Springer.
- Keller, J. M. (2012a). ARCS Model of Motivation. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (304–305). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_217
- Keller, J. M. (2012b). Motivation, Learning, and Performance. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (2342–2346). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_218
- Kvaszingerné, P. Cs., Emri, Zs. (2018). Hogyan támogatható a tanulás vizsgálata Emotiv EPOC EEG eszközzel? In: Nádas, A. (szerk.) *Agria Media* 2017. „A digitális átállás a tanulást élménnyé teszi” = „Digital transformation as a key to experience - based learning”. Eger, EKE Líceum Kiadó
- Lengyel, M. T. (2020). Future of Libraries in the Cyber-Physical Society. *US-China Foreign Language* (18) 9, 283-290.
- Lengyel, M. T. (2011). A pedagógiai mérés és értékelés feladataira való felkészítés az árnyalt tanulói értékelés módszertanának tükrében. Estefánné, Varga Magdolna (szerk.) *Megújuló tananyagtartalmak, módszerek a kompetencialapú tanárképzésben*. Eger, Eszterházy Károly Főiskola 83-105.
- Litman, D. (*Adaptive Technologies for Training and Education* (1st ed., pp. 247–260). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139049580.019>
- Locke, E. A. (1987). *Social Foundations of Thought and Action: A Social-Cognitive View*, by Bandura Albert. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1986, 617. cloth. *Academy of Management Review* 12(1), 169–171. <https://doi.org/10.5465/amr.1987.4306538>

ESZTERHÁZY KÁROLY KATOLIKUS EGYETEM
INFORMATIKA KAR • DIGITÁLIS TECHNOLÓGIA INTÉZET
AGRIA MÉDIA KONFERENCIA 2023

Long, Y., Aman, Z., Alevan, V. (2015). Motivational Design in an Intelligent Tutoring System that Helps Students Make Good Task Selection Decisions. In C. 2012). *Speech and Language Processing for Adaptive Training*. In P. J. Durlach, A. M. Lesgold (Eds.)

Conati, N. Heffernan, A. Mitrovic, M. F. Verdejo (Eds.), *Artificial Intelligence in Education* (Vol. 9112, 226–236). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19773-9_23

Martin, A. J. (2012). Motivation Enhancement. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (2339–2342). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_265

Nwana, HyacinthS. (1990). Intelligent tutoring systems: An overview. *Artificial Intelligence Review* 4(4). <https://doi.org/10.1007/BF00168958>

Orji, F. A., Vassileva, J. (2021). Modelling and Quantifying Learner Motivation for Adaptive Systems: Current Insight and Future Perspectives. In R. A. Sottolare, J. Schwarz (Eds.), *Adaptive Instructional Systems. Adaptation Strategies and Methods* (Vol. 12793, pp. 79–92). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77873-6_6

Qu, L., Wang, N., Johnson, W. L. (2005). Using Learner Focus of Attention to Detect Learner Motivation Factors. In L. Ardissono, P. Brna, A. Mitrovic (Eds.), *User Modeling 2005* (Vol. 3538, 70–73). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11527886_10

Ryan, R. M., Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>

Ryan, R. M., Deci, E. L. (2000b). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist* 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>

Savolainen, R. (2013). Approaching the motivators for information seeking: The viewpoint of attribution theories. *Library & Information Science Research* 35(1), 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2012.07.004>

Schunk, D. H. (1989). Social Cognitive Theory and Self-Regulated Learning. In B. J. Zimmerman, D. H. Schunk (Eds.), *Self-Regulated Learning and Academic Achievement* (83–110). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3618-4_4

Sharma, P., Harkishan, M. (2022). Designing an intelligent tutoring system for computer programming in the Pacific. *Education and Information Technologies* 27(5), 6197–6209. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10882-9>

Sottolare, R. A., Schwarz, J. (Eds.). (2021). *Adaptive Instructional Systems. Adaptation Strategies and Methods: Third International Conference, AIS 2021, Held as Part of the 23rd HCI International Conference, HCII 2021, Virtual Event, July 24–29, 2021, Proceedings, Part II* (Vol. 12793). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-77873-6>

Szűts, Z., Molnár, Gy., Racsko, R., Vaughan, G., Lengyel, M. T. (2023). Pedagogical Implications and Methodological Possibilities of Digital Transformation in Digital Education after the COVID-19 Epidemic. *Computers* (12) 4: 73., 1-19.

Urhahne, D., Wijnia, L. (2023). Theories of Motivation in Education: An Integrative Framework. *Educational Psychology Review* 35(2), 45. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09767-9>

Wang, Q., Xue, M. (2022). The implications of expectancy-value theory of motivation in language education. *Frontiers in Psychology* 13, 992372. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.992372>

Waschull, S. B. (2005). Predicting Success in Online Psychology Courses: Self-Discipline and Motivation. *Teaching of Psychology* 32(3), 190–192. https://doi.org/10.1207/s15328023top3203_11

Wigfield, A., Eccles, J. S. (2000). Expectancy–Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology* 25(1), 68–81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>

Zimmerman, B. J. (2000). Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. *Contemporary Educational Psychology* 25(1), 82–91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>

ESZTERHÁZY KÁROLY KATOLIKUS EGYETEM
INFORMATIKA KAR • DIGITÁLIS TECHNOLÓGIA INTÉZET
AGRIA MÉDIA KONFERENCIA 2023

Zimmerman, B. J., Bandura, A., Martinez-Pons, M. (1992). Self-Motivation for Academic Attainment: The Role of Self-Efficacy Beliefs and Personal Goal Setting. *American Educational Research Journal* 29(3), 663–676. <https://doi.org/10.3102/00028312029003663>