



**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar  
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

# Gesztusfelismerés fáradtság detektálására

DIPLOMATERV

*Készítette*  
Domaföldi Ádám

*Konzulens*  
Tóth András  
Györke Péter

2017. november 12.

# Tartalomjegyzék

<b>Kivonat</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>1. Bevezetés</b>	<b>1</b>
<b>2. Előzmények</b>	<b>2</b>
2.1. Álmoság szintjének meghatározása . . . . .	2
2.1.1. A viselkedés alapú mérések . . . . .	2
2.1.2. Teljesítmény alapú mérések . . . . .	3
2.1.3. Önértékelés predefiniált skálák alapján . . . . .	4
2.2. Leap Motion: Leap Motion Controller . . . . .	4
<b>Irodalomjegyzék</b>	<b>6</b>

## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott *Domaföldi Ádám*, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a diplomatervet meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy autentikált felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Budapest, 2017. november 12.

---

*Domaföldi Ádám*  
hallgató

# Kivonat

Jelen dokumentum egy diplomaterv sablon, amely formai keretet ad a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán végző hallgatók által elkészítendő szakdolgozatnak és diplomatervnek. A sablon használata opcionális. Ez a sablon  $\text{\LaTeX}$  alapú, a *TeXLive*  $\text{\TeX}$ -implementációval és a PDF- $\text{\LaTeX}$  fordítóval működőképes.

# Abstract

This document is a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-based skeleton for BSc/MSc theses of students at the Electrical Engineering and Informatics Faculty, Budapest University of Technology and Economics. The usage of this skeleton is optional. It has been tested with the *TeXLive* T<sub>E</sub>X implementation, and it requires the PDF-L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X compiler.

# 1. fejezet

## Bevezetés

A kiírt Önálló laboratórium témában már készült egy TDK dolgozat és egy BSc. szakdolgozat. Ezek feldolgozását és az újabb célok kitűzését követően időszerűvé vált a kiírás módosítása. A korábbi Maradj Ébren (Gesture To Alert) cím Gesztusfelismerés fáradtság detektálásra módosult. A korábbi célzottan gépjárművekbe szánt feladat egy univerzális gesztusfelismerésre bővült, ezzel is kiterjesztve a jövőbeli felhasználás potenciális területeit.

A fáradtság az emberi élet meghatározó része. A felgyorsult, információ-központú világban gyakran nem fordítunk elegendő figyelmet a pihenés fontosságára. Állandóan túlhajsolt hétköznapijaink ennek következtében tragédiához is vezethetnek. A közúti balesetek egy része olyan vezetők hibájából történik, akik fáradtan ültek autóba, balesetet okoztak és ezzel mások életét veszélyeztették. Nem csak a közúti baleseteknél jelent problémát az álmoság mértéke. Hétköznapi tevékenységeknél esetében is megfigyelhető teljesítményromlás az álmoság növekedésével.

Az ember álmosági szintje kvantitív módszerekkel mérhető, megfelelő monitorozás esetén pedig prediktálni lehet az elalvást. Az okostelefonok fejlődésével ma már mindenki rendelkezik olyan eszközzel, amely képes nagyfelbontású videó rögzítésére, és számítási kapacitása lehetővé teszi az így kapott felvételeket valós időben történő feldolgozását. A diplomatéma a képfeldolgozást ötvözi gesztusfelismeréssel. Az álmosági teszt beviteli eszköze a kamera, értékei pedig a bekért gesztusokból nyert adatok.

A diplomamunka bevezető fejezetében ismertetésre kerül az álmoság mint élettani folyamat, és annak mérésére használható tesztek. Ezt követően bemutatásra kerül a Leap Motion sztereokmerás szenzora majd a diplomadolgozat eredményihez elengedhetetlen szakirodalom megalapozása történik.

## 2. fejezet

# Előzmények

### 2.1. Álmos-ság szintjének meghatározása

A diplomamunka témája elsősorban az álmos-ság és elalvás köré szerveződik, amely bemutatása során az *álmos-ság* és *fáradtság* szavakat egymás szinonimájaként kezelem.

Általánosságban, a megnövekedett hajlandóságot az elalvásra álmos-ságnak nevezzük; ez a hajlandóság kapcsolódhat alacsony érzelmi szinthez is. [7] Orvosi problémák, pszichiátriai betegségek és alvási zavarok befolyásolhatják az ember álmos-ságát. Álmos-ság bekövetkezése patológiás, ha az nem megfelelő időpontban vagy szituációban történik. Jó példa erre a túlzott nappali álmos-ság, amely a narkolepszia egyik fontos tünete. Az álmos-ság befolyásolódhat az ember kedvének, motiváltságának és alvási igényének függvényében, de kihathatnak rá központi idegrendszeri vagy fiziológias változások is. [2]

Az álmos-ság (vagy elalvásra való hajlandóság) két független faktort foglal magába, amely az *alvás* és az *ébrenlét*. Az elalvásra való hajlandóság bemutatható, mint egy adott személy pozíciója egy kontinuum számosságú skálán, amely két végpontja a hiperéberség, és egy második, független, kontinuum halmaz, amely az alvási idő szükségletet mutatja. Hogy ez a két faktor egymáshoz miként viszonyulva eredményez egy álmos-sági szintet az egyelőre megoldásra vár. Jelen pillanatban, ez azt jelenti, hogy nagy álmos-sági szint magas elalvási igényt vagy alacsony éberségi szintet vagy mindkettő állapotot eredményezheti. Más szavakkal, az álmos-ságnak lehetnek kvalitatívan megkülönböztethető állapotai. [5]

Az álmos-ság mérése komplex feladat. A sok változó miatt a jelenlegi tesztek meglehetősen limitáltak és a belőlük kapott eredmények csak kisebb mértékben összehasonlíthatóak. [5] Vannak azonban aktívan validált tesztek is, amelyek három nagyobb csoportba sorolhatóak:

1. Az emberi viselkedésből következtetni az álmos-ságra
2. Önértékelésen alapuló álmos-ságteszt különböző skálákkal
3. Közvetlen elektrofiziológias mérések

#### 2.1.1. A viselkedés alapú mérések

Az emberi viselkedés megfigyelésből is kaphatóak álmos-ságra utaló jelek. A legismertebb ilyen jel az ásítás, amely fő funkciója az éberség növelése vagy fenntartása, abban az esetben ha az embert kevés inger éri a környezetéből. Az ásítások jelentősége a mérések esetében alacsony, mert az ásítás frekvenciája az ébrenlét alatt inkább növekszik mintsem csökken, és gyakorisága független a korábbi alvás mennyiségétől. További probléma, hogy éhség-érzethez vagy unalomhoz is köthető az ásítás. [5]

Fontos viselkedési jel a szem mozgása. Megfigyelések alapján az álmoság tetőfokán spontán szem mozgások következnek be. Ebben a mérési állapotban az álmoság detektálása már nem lehetséges csak az elalvás időpontjának megállapítása. Tapasztalt megfigyelők képesek következtetni a pislogások gyakoriságából az álmoság mértékére. Ahogy a fej mozgások, úgy a szem lecsukódása is már egy késői jelensége az elalvásnak. [5]

Pontos és konzisztens eredmények kaphatóak viszont tapasztalt megfigyelőktől, akik az arckifejezéseket figyelik meg és értékelik ki azokat. A szemhez hasonlóan itt is történnek karakterisztikus változások, amelyek indikátorai lehetnek a vizsgált személy álmoság szintjének. [5]

### 2.1.2. Teljesítmény alapú mérések

Különböző kognitív funkciók, mint a figyelemfenntartás, vizuális felismerés vagy a hosszú és rövidtávú memória romlásából következtethetünk az álmoság mértékére. Azonban a teljesítmény nem mindig romlik az alváshiánnyal. A rövid (kevesebb mint néhány perces), izgalmas és stimuláló hatású feladatoknál a romlás mértéke alig kimutatható. Nehezebb vagy összetettebb (hosszab időtartalmú, nagyobb terhelést és koncentrációt igénylő) feladatoknál a hatás nagyobb valószínűséggel növekszik. A nagyobb kihívást jelentő feladatok viszont, a belső vagy külső motiváció következtében kompenzáló hatásként felléphetnek, és a teljesítmény fenntartásához vezethetnek. Rövid és ingergazdag tesztek tehát nem képesek pontosan prediktálni az álmoság mértékét. Amennyiben a teszt túl hosszú, abban az esetben az unalom, motiváció és fáradás is rögzítésre kerül az álmoság hatásai mellett. [1]

Reakcióidőn alapuló tesztek használata bevett gyakorlat a teljesítmény mérésére. [4] Az álmoság szintjének kimutatására egyik leggyakrabban használt teljesítmény teszt a pszichomotoros éberségi feladat, amely a figyelemfenntartás mérését teszi lehetővé. Kimutatták ugyanis, hogy a pszichomotoros teljesítményt befolyásolja az alvásmegvonás és a cirkadián ritmus is. [6, 12] Az elkövetett hibák száma a figyelem fenntartás mérésekor gyengén korrelál a jelenleg használatos álmosági tesztekkel, de a tény, hogy az ember elkezd elaludni vagy nem reagálni a non-stimulatív feladatoknál nagyon is ráilleszthető sok valós életből ismert szituációra. [8]

Ideális esetben a mérés kiértékelésénél azokat a komponenseket lenne szükséges figyelembe venni, amelyek kapcsolódnak az ember napi tevékenységeihez. Ilyen tevékenység lehet a vezetés, amelyről köztudott, hogy az álmoság jelentősen befolyásolhatja a vezető reakció idejét. A megnövekedett baleseti kockázat miatt, amelyet a fáradt sofőrök jelentenek, számtalan kísérlet történt a vezetés szimulálására. A szimulációból a valósághoz sokkal közelebbi értékek nyerhetők ki. Az ezekből levont következtetések így sokkal megbízhatóbbak mint a reakcióidők mérésére korlátozódó tesztek. Továbbá, a vezetés szimulátorok lehetőséget biztosítanak arra, hogy a vezetéstechnika is kiértékelésre kerüljön biztonságos és sztenderdizált körülmény között. Ennek segítségével az álmoság által a vezetésre, mint komplex tevékenységre kifejtett hatásnak vizsgálata is lehetővé válik. [13]

A pszichometria értékei ezeknek a mérési rendszereknek még nincsenek meghatározva. A jelenlegi ismeretek szerint a kvalitatív változások a vezetési magatartásban ökológiailag helyesek, de a kvantitatív mérések extrapolációja ezt nem támasztja alá. A teljesítmény romlása látszólag sokkal hamarabb és nagyobb mértékben következik be a szimulációs környezetben, mint valós körülmények között. [13] Az így kapott értékek tehát még nem használhatóak várhatóan bekövetkező biztonsági kockázatok előrejelzésére.



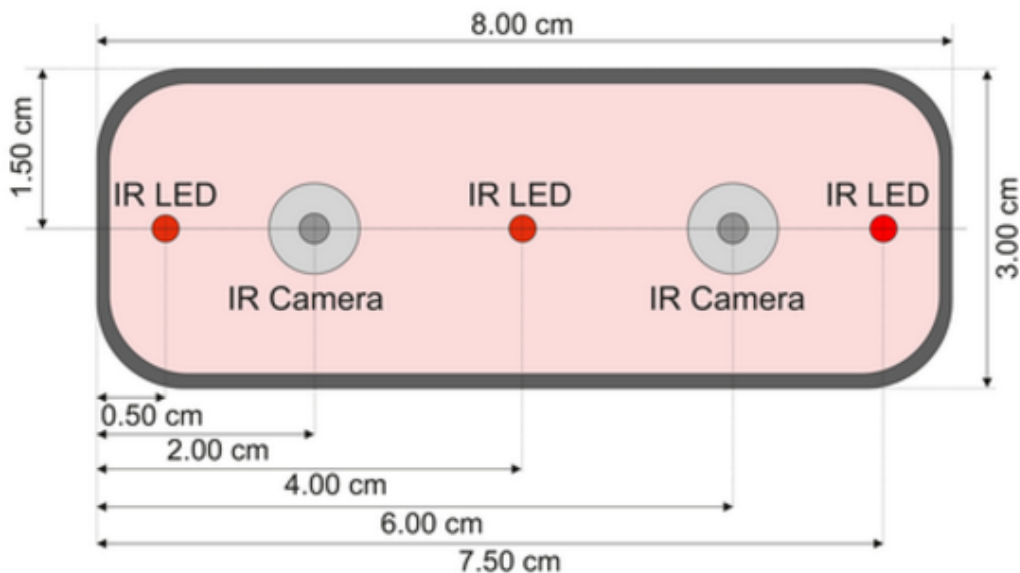
### 2.1.3. Önértékelés predefiniált skálák alapján

A fáradtság szintjének leggyorsabb, legolcsóbb és egyben legegyszerűbb megállapítását teszi lehetővé az önértékelési tesztek. Hasonlóan az objektív mérésekhez, ezek a tesztek is torzulhatnak a mérést végző által. Ez lehet akaratlanul elkövetett pontatlanság, vagy tudatos adat-torzítás. Két nagyobb csoportot különböztünk meg az önértékelési tesztek-nél: egyszerű önértékelés, amely az aktuális fáradtságérzetünket jelenti vagy egy átfogóbb tesztet, amely magába foglal mindennapi szituációkat és azok hatását az ember álmoság szintjére (mennyire érez hajlamot az ember az elalvásra, miközben egy ilyen feladatot végez). Az egyszerű önértékelési teszt a fáradtság rövid távú változásának felmérésére szolgál. [5]

## 2.2. Leap Motion: Leap Motion Controller

A fáradtság detektálására tett első kísérletemhez a Leap Motion eszközt használtam. A cél egy olyan mobilos alkalmazás fejlesztése volt, amely képes valós időben gesztusokat bekérni a felhasználótól, és kielemezve azokat predikciót tenni az álmoság mértékére. A gesztusok lehetnek dinamikusak vagy statikusak, és a Leap Motion eszköze a mobiltelefonhoz csatlakozott volna egy erre kialakított dokkolón keresztül.

A kéz mozgása alapvető részét képezi az emberek közti kommunikációnak. A Leap Motion Controller [11] egy új eszköz, amelyet a Leap Motion [9] fejleszt célzottan gesztus felismerésre. Használatához szükséges egy usb porttal rendelkező asztali számítógép vagy notebook. Az eszköz képes tenyér és ujjmozgásokat valós időben detektálni és egy előre megírt API-n keresztül továbbítani a mért és előfeldolgozott adatokat. A képkockák mellé kapott adatok tartalmazzák a tenyér és ujj pozícióit és az ebből számított sebesség értékeket.

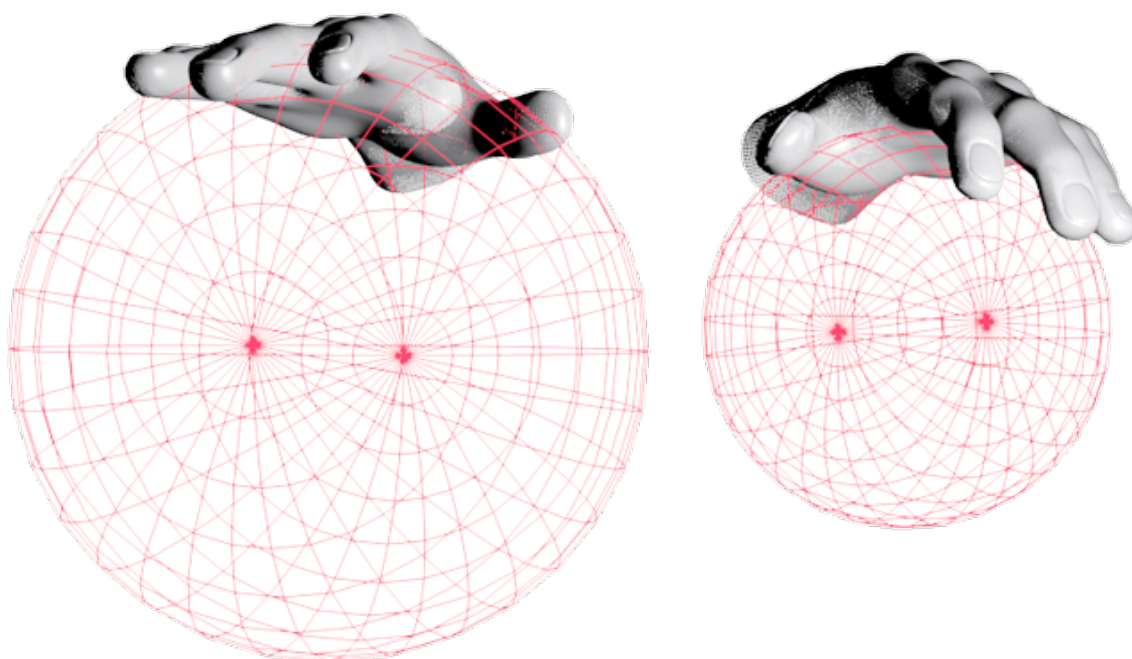


2.1. ábra. Leap Motion Controller felépítése [10]

A gyártó szerint ígért pontosság  $200 \mu\text{m}$ , de a megjelenést követő tesztek alapján az eszköz még nem éri el az egyes számítógépes feladatoknál használt egér pontosságát. A teszt eredménye szerint, míg az egér használata 2,8 %-os hibaszázalékkal rendelkezik, a

Leap Motion Controller 7,8 %-al. Ez az érték várhatóan javulni fog, és biztosítani fogja az egérhez hasonló pontosságot ez egyes számítógépes feladatok esetében is. [3]

Az eszközön 3 infravörös led és 2 infravörös kamera található. A sztereokamerának köszönhetően egy sokkal pontosabb térbeli szegmentáció valósul meg (2.1. ábra). Az így szegmentált poligon középpontját kiszámítják, és ezt használják az ujjak pozíciójának pontos meghatározására. A szegmentált alakzatot egyöntetű háttér elé helyezik és ráillesztik a kéz modelljét. A modell nem követi méretben a felhasználó kezét, egy gyermek vagy felnőtt keze is azonos nagyságú a képen. Erre a következtetésre az ujjak hosszának becslésekor derült fény, amely nem csak nem volt nagyságrendileg pontos, de meglehetősen sztochasztikus értékeket produkált azonos megvilágítás és körülmények között is. A Leap Motion weboldalán található dokumentáció is csak becslült értékeknek tünteti fel. Ennek pontos meghatározása nagyban függ a környezeti változóktól is, hiszen a kéz mérete és távolsága a kameráktól a megvilágítással együtt jelentős torzítást eredményezhet.



**2.2. ábra.** Leap Motion Controller gömbkoordináta-rendszer [10]

A Leap Motion Controller driver egy sajátfejlesztésű gömbkoordináta-rendszert használ a kéz különböző pozícióinak meghatározására. A szenzor fölé helyezett tenyér olyan, mintha egy labdát tartana, és ez a megfigyelés képezte a gömbkoordináta-rendszer bevezetésének alapját is (2.2. ábra). [10]

# Irodalomjegyzék

- [1] J.L.C. Wijnen A.F. Sanders and A.E. van Arkel. An additive factor analysis of the effects of sleep loss on reaction processes. *Acta Psychologica*, 51(1):41–59, 1982.
- [2] Colin M. Shapiro Azmeh Shahid, Jianhua Shen. Measurements of sleepiness and fatigue. *Journal of Psychosomatic Research*, 69(1):81–89, 2010.
- [3] Daniel Bachmann, Frank Weichert, and Gerhard Rinkenauer. Evaluation of the leap motion controller as a new contact-free pointing device. *sensors*, 15(1):227–228, 12 2014. DOI: 10.3390/s150100214.
- [4] Roger Broughton. Performance and evoked potential measures of various states of daytime sleepiness. *Sleep*, 5(1):135–146, 1982.
- [5] Raymond Cluydts, Elke De Valck, Edwin Verstraeten, and Paul Theys. Daytime sleepiness and its evaluation. *Sleep Medicine Reviews*, 6(2):83–96, 2002. DOI: 10.1053/smr.v.2002.0191.
- [6] Katherine Williams Kelly A. Gillen John W. Powell Geoffrey E. Ott Caitlin Aptowicz David F. Dinges, Frances Pack and Allan I. Pack. Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night. *Sleep*, 20(4):267–277, 1997.
- [7] Mario Bertini Giuseppe Curcio, Maria Casagrande. Sleepiness: evaluating and quantifying methods. *International Journal of Psychophysiology*, 41:251–263, 2001.
- [8] Cheryl. Spinweber Laverne C. Johnson, Charles R. Freeman and Steven A. Gomez. Subjective and objective measures of sleepiness: Effect of benzodiazepine and caffeine on their relationship. *Psychophysiology*, 28(1):65–71, 1991.
- [9] Leap Motion Inc. About - leap motion (2017. június 23.). <https://www.leapmotion.com/about>.
- [10] Leap Motion Inc. Hand - leap motion c++ sdk v2.3 documentation (2017. június 27.). [https://developer.leapmotion.com/documentation/v2/cpp/api/Leap.Hand.html#cppclass\\_leap\\_1\\_1\\_hand\\_1a5f68dfe482e57463b249d8e8062e05a8](https://developer.leapmotion.com/documentation/v2/cpp/api/Leap.Hand.html#cppclass_leap_1_1_hand_1a5f68dfe482e57463b249d8e8062e05a8).
- [11] Leap Motion Inc. Leap motion for mac and pc (2017. június 23.). <https://www.leapmotion.com/product/desktop>.
- [12] Richard E. Kronauer Megan E. Jewett, Derk-Jan Dijk and David F. Dinges. Dose-response relationship between sleep duration and human psychomotor vigilance and subjective alertness. *Sleep*, 22(2):171–178, 1999.
- [13] Jan Törnros. Driving behaviour in a real and simulated road tunnel – a validation study. *Accid. Anal. and Prev*, 30(4):497–503, 1998.