



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



Mérnöki Szimpózium a Bánkiban
(ESB 2025)



Lehetséges mérendő, követendő operatív elemek tárházának feltérképezése gép specifikus és univerzális felépítmények esetében

Exploration of the range of measurable and monitorable operational elements in machine-specific and universal attachments

¹Varga Viktória Annamária, ¹Pócsik György, ¹Varga Bence, ¹Széles Levente, ²Matók Zsolt
¹Horváth Richárd

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu
²Hydrotest Kft.

Összefoglalás

Jelen tanulmány célja a munkagépekhez kapcsolódó munkavégzési állapotok detektálásához szükséges jelek azonosítása és rendszerezése, különös tekintettel a hagyományos, jelkimenettel nem rendelkező felépítményekre. A vizsgálat során különböző gépspecifikus és univerzális felépítmények kerültek elemzésre, amelyek alapján meghatározásra kerültek a legfontosabb operatív elemek és az azokhoz kapcsolódó detektálható fizikai mennyiségek. A bemutatott módszertan lehetővé teszi a munkavégzés megbízható azonosítását több jel együttes értelmezésével, valamint alapot biztosít a szenzorozási és adatgyűjtési rendszerek optimalizálásához.

Kulcsszavak: munkagép, operatív elemek, jelalapú detektálás, hidraulikus rendszerek, állapotazonosítás

Abstract

The aim of this study is to identify and systematize the signals required for detecting operational states of work machines, with particular focus on conventional attachments lacking direct signal outputs. Various machine-specific and universal attachments were analyzed in order to determine the key operational elements and their associated measurable physical parameters. The proposed methodology enables reliable identification of working states through the combined evaluation of multiple signals, while also providing a basis for the optimization of sensor configurations and data acquisition systems.

Keywords: work machinery, operational elements, signal-based detection, hydraulic systems, state identification

1 Bevezetés

A korszerű kommunális és multifunkcionális munkagépek üzemeltetése során egyre nagyobb jelentőséget kap az üzemállapotok pontos azonosítása, valamint a munkavégzéshez kapcsolódó

folyamatok nyomon követése. A digitális alapú fedélzeti rendszerek – mint például a Hydrohub – hatékony működésének alapfeltétele, hogy a gép különböző működési állapotaihoz egyértelműen hozzárendelhető, mérhető jelek álljanak rendelkezésre [1].

A gyakorlatban azonban számos hagyományos munkagép és felépítmény nem rendelkezik közvetlenül elérhető jelkimenetekkel, illetve a rendelkezésre álló adatok gyakran nem fedik le teljeskörűen a munkavégzés szempontjából releváns folyamatokat. Emiatt szükségessé válik olyan módszertan kidolgozása, amely lehetővé teszi a munkavégzési állapotokhoz kapcsolódó jelek szisztematikus azonosítását, definiálását és értelmezését.

A jelen munka célja, hogy feltérképezze a különböző munkagépeken alkalmazott, mérhető és követhető operatív elemek körét, valamint meghatározza az ezekhez kapcsolódó jelstruktúrát. A vizsgálat kiterjed mind a gépspecifikus, mind az univerzális felépítményekre, különös tekintettel a hidraulikus működtetésű rendszerekre, ahol a munkavégzéshez szükséges információk gyakran közvetett módon, több jel kombinációjából állapíthatók meg [2].

A jelek definiálása nem csupán a munkavégzés detektálását teszi lehetővé, hanem alapot biztosít a megfelelő mérési módszerek és szenzorok kiválasztásához, továbbá hozzájárul egy optimalizált szenzorozási architektúra kialakításához. Ennek eredményeként lehetőség nyílik a gépek üzemeltetésének hatékonyabbá tételére, az erőforrás-felhasználás optimalizálására, valamint a munkafolyamatok objektív kiértékelésére.

2 Lehetséges mérendő és követendő operatív elemek

A munkagépek működésének elemzése során alapvető fontosságú azon operatív elemek azonosítása, amelyek közvetlenül vagy közvetetten részt vesznek a munkavégzésben. Operatív elem alatt minden olyan egységet értünk, amely a munkagéphez kapcsolódva tényleges munkát végez, vagy a munkavégző egységek működési állapotát befolyásolja.

Az operatív elemek két fő csoportra bonthatók:

- effektív munkavégző elemek (pl. seprő, kaszáló, szóró egységek),
- valamint a munkavégző pozícióba állító elemek (tipikusan hidraulikus működtetésű szerkezetek).

Ez a felosztás lehetővé teszi, hogy a munkavégzés detektálása ne kizárólag egyetlen jelhez legyen köthető, hanem több, egymással logikai kapcsolatban álló jel kombinációja alapján történjen.

A releváns operatív elemek feltérképezéséhez célszerű konkrét gyártói megoldások vizsgálata. Egy adott munkagép – például egy multifunkcionális kommunális berendezés – számos különböző felépítménnyel szerelhető, amelyek jelentősen eltérő működési elvekkel rendelkeznek. Ennek megfelelően a jelstruktúra kialakítása során nem elegendő egyetlen konfiguráció elemzése; széles körű vizsgálat szükséges annak érdekében, hogy a rendszer általánosítható legyen.

A különböző felépítmények vizsgálata rámutat arra, hogy az operatív elemek száma és típusa jelentősen változhat, azonban bizonyos alapelemek szinte minden esetben megjelennek. Ezek közül kiemelendők a hidraulikus munkahengerek, a hidromotorok, valamint a folyadékkezelő rendszerek.

3 Gép specifikus felépítmények elemzése

A gépspecifikus felépítmények vizsgálata során jól megfigyelhető, hogy az egyes munkavégző egységek eltérő számú és típusú működtető elemet tartalmaznak. Például egy napelem tisztító felépítmény esetében több hidraulikus munkahenger felel a pozicionálásért, míg a tényleges tisztítást egy hidromotor által hajtott forgó kefe végzi.

Hasonlóan komplex rendszer figyelhető meg egy sósórozó hókével kombinált berendezés

esetében, ahol a munkavégzés több, egymástól független, de logikailag összekapcsolt alrendszer együttműködésén alapul. A hóke pozicionálása hidraulikus munkahengerekkel történik, míg a szórási folyamat hidromotor által hajtott mechanizmuson keresztül valósul meg.

Ezzel szemben egy nagynyomású tisztító rendszer esetében a forgómozgás nem minden esetben hidromotorral történik, hanem az áramló folyadék által kikényszerített módon jön létre. Ez rámutat arra, hogy a mozgás típusa önmagában nem elegendő a működés leírására; a meghajtás módját is figyelembe kell venni.



1. Nagynyomású járdatarító [6]

A különböző példák alapján megállapítható, hogy a munkavégzés detektálása nem vezethető vissza egyetlen mérési pontra. Ehelyett több jel együttes értelmezése szükséges, amely figyelembe veszi:

- a pozíciót,
- a mozgás meglétét,
- valamint az energiaátvitel jellegét.

4 Univerzális felépítmények és általánosíthatóság

A gépspecifikus megoldások mellett fontos szerepet kapnak az univerzális felépítmények is, amelyek többféle munkagépen alkalmazhatók. Ilyen például a PTO (teljesítmény-leadó tengely) alapú meghajtás, amely lehetővé teszi különböző munkavégző eszközök energiaellátását.

Az univerzális rendszerek vizsgálata különösen fontos abból a szempontból, hogy ezek esetében a jelstruktúra gyakran közvetettebb. A PTO fordulatszám például önmagában nem feltétlenül jelzi a munkavégzést, azonban más jelekkel kombinálva egyértelmű következtetések vonhatók le.

Ez a megközelítés lehetővé teszi egy olyan általános modell kialakítását, amely nem egy konkrét gépre optimalizált, hanem különböző konfigurációk esetén is alkalmazható [3].



2. Karos fűkasza traktoron - PTO kapcsolat [7]

5 Operatív elemek és detektálható jelek

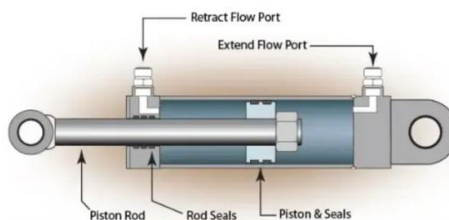
Az operatív elemekhez kapcsolódó jelek definiálása a rendszer egyik kulcslépése. Az egyes elemek esetében eltérő típusú információk állnak rendelkezésre, amelyek különböző szinten járulnak hozzá a munkavégzés azonosításához [4].

5.1 Hidraulikus munkahenger

A hidraulikus munkahenger lineáris mozgást végző működtető elem, amely elsősorban pozicionálási feladatokat lát el. A munkahenger által generált jelek közül kiemelendők:

- a végállások,
- a folytonos pozíció,
- valamint az üzemi nyomás.

A pozíció információ lehetővé teszi annak meghatározását, hogy a munkavégző egység elérte-e a szükséges működési helyzetet. A nyomásadatok pedig információt szolgáltatnak a terhelésről, amely közvetetten a munkavégzés intenzitására utal.



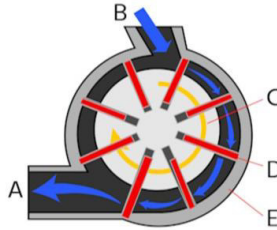
3. Hidraulikus munkahenger felépítése [8]

5.2 Hidromotor

A hidromotor forgómozgást hoz létre, és sok esetben közvetlenül a munkavégző elemet hajtja. A legfontosabb detektálható jelek:

- fordulatszám,
- hidraulikus nyomás.

A fordulatszám egyértelműen jelzi, hogy a munkavégző egység aktív-e, ugyanakkor önmagában nem elegendő a munkavégzés igazolására, mivel a megfelelő pozíció megléte is szükséges feltétel.



4. Példa lapátos hidromotorra [9]

5.3 Folyadék alapú rendszerek

A folyadékkezelő rendszerek esetében a munkavégzéshez kapcsolódó legfontosabb paraméterek:

- nyomás,
- térfogatáram,
- valamint a szelepek állapota.

Ezek az adatok különösen fontosak olyan rendszereknél, ahol a munkavégzés minősége közvetlenül függ a kijuttatott folyadék mennyiségétől.

5.4 Kikényszerített forgás és közvetett mozgások

Bizonyos esetekben a mozgás nem közvetlenül motor által jön létre, hanem egy másik fizikai jelenség következménye. Ilyen például a folyadékáramlás által létrehozott forgás. Ezekben az esetekben a fordulatszám továbbra is kulcsfontosságú mérhető paraméter, azonban annak értelmezése eltér a hagyományos meghajtásoktól.

6 Jelalapú üzemállapot meghatározás

A munkagép üzemállapotának meghatározása több jel együttes értelmezésén alapul. Az egyes jelek önmagukban nem minden esetben elegendők, azonban logikai kapcsolatok mentén kombinálva pontos állapotbecslés végezhető.

Az alapvető állapotok a következők:

- kikapcsolt állapot,
- alapjárat / készenlét,
- közlekedés,
- munkavégzés mozgás közben,

- munkavégzés álló helyzetben.

Ezen állapotok elkülönítése kulcsfontosságú a rendszer hatékony működése szempontjából, mivel lehetővé teszi az üzemidő, a tényleges munkavégzés és az állásidő pontos meghatározását.

A jelkapcsolatok egyik alapvető példája:

- adott fordulatszám,
- megfelelő pozíció,
- aktív munkavégző egység → munkavégzés detektálható.

Ez a többváltozós megközelítés biztosítja a rendszer megbízhatóságát, és csökkenti a hibás állapotfelismerés valószínűségét [5].

7 Konklúzió

A vizsgálat alapján megállapítható, hogy a munkagépek üzemállapotának meghatározása komplex feladat, amely több különböző fizikai mennyiség együttes elemzését igényli. Az operatív elemekhez kapcsolódó jelek megfelelő definiálása lehetővé teszi egy olyan rendszer kialakítását, amely képes a munkavégzés pontos és megbízható detektálására.

A bemutatott módszertan alapot biztosít a Hydrohub rendszer további fejlesztéséhez, különös tekintettel a szenorozási architektúra optimalizálására és az adatfeldolgozási algoritmusok finomhangolására.

8 Hivatkozások

- [1] Xu, X., Yan, X., Yang, K., Zhao, J., Sheng, C., & Yuan, C. (2021). Review of condition monitoring and fault diagnosis for marine power systems. *Transportation Safety and Environment*, 3(2), 85-102.
- [2] Liu, H., Yan, S., Huang, M., & Huang, Z. (2024). A fault diagnosis method for hydraulic system based on multi-branch neural networks. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 137, 109188.
- [3] Azeez, A. A., Makansi, F., Goncharenko, D., Schmitz, K., Hegazy, O., & Minav, T. (2026). Process Independent Condition Monitoring of Hydraulic Systems via Data-Centric Transfer Learning. *IEEE Access*, 14, 20986-20996.
- [4] Khan, H. A., Bhatti, U., Kamal, K., Alkahtani, M., Abidi, M. H., & Mathavan, S. (2023). Fault classification for cooling system of hydraulic machinery using AI. *Sensors*, 23(16), 7152.
- [5] Dong, Y., Chen, K., & Ma, Z. (2023). Comparative study on semi-supervised learning applied for anomaly detection in hydraulic condition monitoring system. *arXiv preprint arXiv:2306.02709*.
- [6] <https://www.youtube.com/watch?v=h-hAldiSq34&t=46s>
- [7] https://greentec.eu/product/spider-520-plus/?_gl=1*bbuq06*_up*MQ..*_ga*NDQ1MjY0MTE0LjE3NTkzMTU3NTU.*_ga_XCBWE8E21Q*cE3NTkzMTU3NTQkbzEkZzAkDE3NTkzMTU3NTQkajYwJGwwJGgw0
- [8] <https://www.titanfittings.com/articles/what-is-a-hydraulic-cylinder?srsltid=AfmBOoq724AY9mCLyMWT030HdI4jicGIHqGSAD00lDHFvqQOwYWsiHqh>
- [9] <https://tameson.com/pages/vane-motor>