

**Bevezetés**

Bár az ember nélküli gyár terve lekerült az aktuális célkitűzések közül, a forgácsolási folyamat felügyeleti célú vizsgálata továbbra is nemzetközileg a leginkább kutatott területek közé tartozik. A forgácsolási technológiák területén megindult gyors fejlődés eredményeképp a korábbinál nagyobb teljesítményű gépek, az új szerszámanyagok, a merev szerkezetek a tradicionális forgácsolási tapasztalatok felülvizsgálatát követelik. A hosszú idő alatt főlhalmozódott tapasztalatok mellett az újabb körülmények elméleti és kísérleti megismerése az egyik elsődleges cél. Másrészt az új technológiák gyors bevezetésének igénye a gyártás közbeni tapasztalatszerzés és adaptív javítás módszerét követi. Nagyon fontos szempont az is, hogy a korszerű, nagy sebességű megmunkálások esetén a nagy értékű berendezések és gyártóeszközök védelme olyan gyors beavatkozást követel, ami meghaladja az emberi beavatkozás reakcióidejét. A forgácsolási folyamat modell alapú elméleti és kísérleti megismerése és felügyelete továbbra is a tanszék kutatásának homlokterében van.

**Dinamikus forgácsolási modell**

A forgácsolási modellezés területén két jól elkülönülő irány figyelhető meg. Az egyik a folyamat absztrakciója, egyszerűsítése segítségével analitikus módszereket alkalmazva vizsgálja a valós folyamatot, és kísérleti alapon igyekszik alátámasztani, hogy az egyszerűsített modell eredményei megfelelnek a valóságos megmunkálási körülményeknek [1]. Egy másik irányzat a valóságos folyamat minél több jellemzőjét igyekszik a modellbe integrálni, az így kapott bonyolult egyenletek analitikus megoldása már nem járható út, ezért a numerikus módszerekkel történő megoldás illetve folyamat szimuláció útján végzi el a megmunkálási folyamat elemzését, és veti össze a valós megmunkálás során kapott jellemzőkkel. A tanszéken kidolgozott dinamikus modell Dr. Horváth Mátyás javaslatára ez utóbbi irányt követi, a klasszikus Lagrange féle másodfajú dinamikus mozgásegyenleteket felírva a gerjesztő erőben veszi figyelembe a különböző hatásokat [2].

$$F_v = k_{v1.1} \cdot h^{1-m_v} \cdot b$$

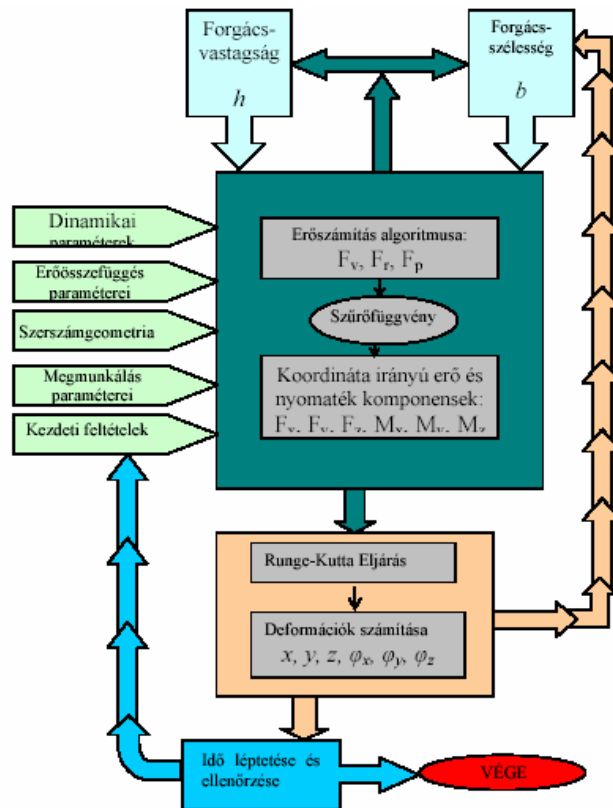
$$h = \sin \kappa \cdot \sin \varphi(t) \cdot \left\{ v \cdot \tau - [x_1(t) - x_1(t - \tau)] - [\varphi_{y1}(t) - \varphi_{y1}(t - \tau)] \cdot \ell + [x_2(t) - x_2(t - \tau)] + h_{ri} - h_{ri+1} - \delta_{hi} + \delta_{hi+1} \right\}$$

$$b = \frac{1}{\sin \kappa} \cdot \left\{ a - z_1(t) + r \cdot \sin \varphi_{y1}(t) - z_2(t) + h_{zi} - \delta_{fi} \right\}$$

A modell futtatási eredményeit a valóságos kísérletek számának csökkentésére, felügyeleti stratégiák kialakítására és ellenőrzésére használhatjuk [3].

**Kísérleti vizsgálatokon alapuló felügyelet**

Általánosan elterjedt megoldás, hogy a kísérleti mérések eredményének feldolgozása, elemzése során levont következtetések, stratégiák alapján alakítjuk ki a felügyeleti stratégiánkat. Az ilyen esetekben alapvető vizsgálati kérdések:



1. ábra Szimuláció program

A következő példában a homlokmarás modelljének forgácsoló erő számítását szemléltetjük, a felírásban figyelembevett hatások:

- Az él aktuális szöghelyzete,
- A korábbi él hatása,
- Szerszám deformációk,
- Szerszám geometria hibái,
- Szerszámél kopása.

A megvalósított numerikus megoldás sémáját az 1. ábra szemlélteti.

ahol a forgácsvastagság és a forgács szélesség:

1. Milyen jellemzőket, milyen érzékelőkkel mérjük.
2. Hogyan helyezük el az érzékelőket.
3. Milyen adatfeldolgozási módszert alkalmazunk.
4. A kapott eredményeknek mik az érvényességi határai.

Tanszékünk a kísérleti vizsgálatokhoz szükséges alapvető eszközökkel jól ellátott. A leggyakrabban alkalmazott érzékelő típusok és korszerű jelfeldolgozó eszközök rendelkezésünkre állnak. Néhány kiragadott példával illusztrálják eszközeinket a következő ábrák.



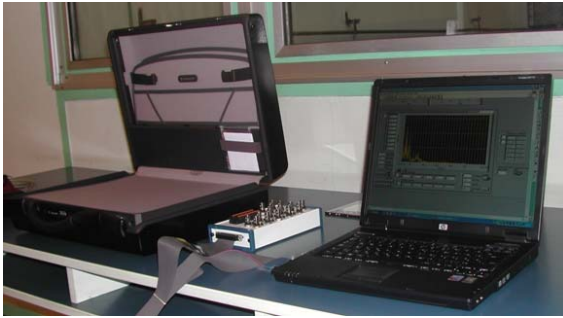
2. ábra KISTLER TYP928/B három komponensű erőmérő asztal KISTLER TYP9863/A töltéserősítő



3. ábra Montronix USB-SPECTRA Pulse 3 komponensű rezgés és elmozdulás érzékelő, MONTRONIX IPM PULSE felügyeleti szoftver

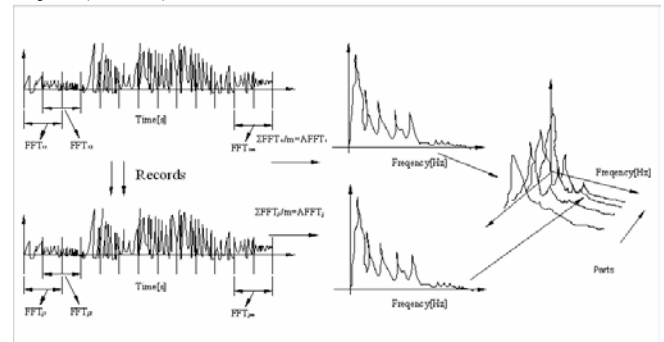


4. ábra National Instruments adatgyűjtő kártya, PCI-6013E (16 AI 200 k/s, 8 DIO, 2 TIO) LabVIEW Express 7.0, Adatfeldolgozó számítógép

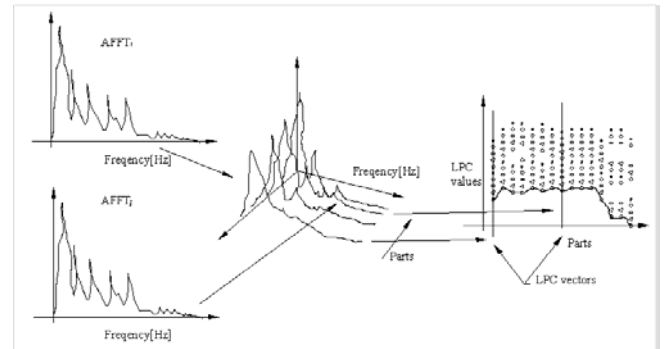


5. ábra Mobil adatgyűjtő táská, Notebook számítógép, National Instruments 5102 PCMCIA Műszerkártya National Instruments BNC csatlakozó egység LabVIEW Express 7.0 virtuális műszer szoftver

spektrum értékeket lineáris predikciós vektorokká konvertáljuk (8. ábra).

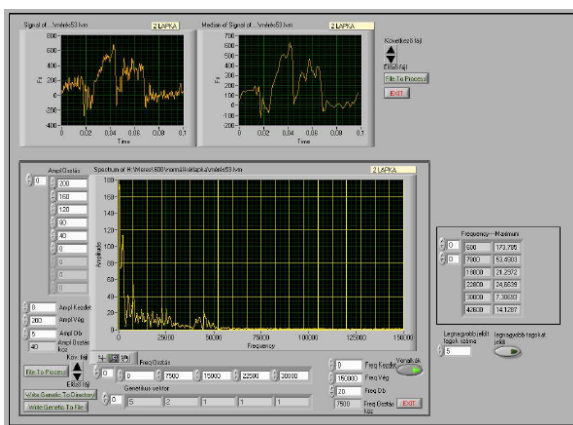


7. ábra 3D spektrum kép



8. ábra Lineáris predikció vektorok létrehozása

A kísérletek során felhalmozott adatok feldolgozására a klasszikus átlagoló (RMS) illetve spektrális számítási módszereken felül mesterséges intelligencia módszereket is alkalmazunk. A beállítási paraméterek, és a mért erő Fourier spektrumának frekvencia tartományai szerint klaszterekbe válogatjuk az adatokat, és egy genetikus algoritmus segítségével megvalósított válogatás eredményeként keressük a beállítások, szerszámhibák és mérési eredmények közötti kapcsolatot, amit fuzzy szabályokként fogalmazzunk meg a felügyelet számára [4]. A 6. ábra a klaszterező modul szemlélteti a LabVIEW környezetben megvalósítva.



6. ábra Klasztetrező modul

Másik újszerű jelfeldolgozási javaslatunk a beszédfeldolgozásban már sikeresen alkalmazott lineáris predikció kombinálása a teljes éltartam során felvett adatokból adott szakaszonként kiszámított spektrumokkal. Első lépésben a szakaszonkénti spektrumokból egy 3 dimenziós spektrum képet állítunk össze (7. ábra), majd az egyes szakaszokat jellemző

Kísérleteink azt mutatják, hogy az így létrehozott lineáris predikciós vektorok elemei az egymást követő szakaszokban nagy azonosságot mutatnak éles szerszám esetén, kopott szerszámnál viszont az elemek nagy szórása figyelhető meg. Ezzel az eljárással az összehasonlítás megőrzött adatok csak a lineáris predikció vektorok elemei, ami jelentős adatsökkentést jelent, így memória és feldolgozási idő megtakarítást is [5].

[1] Stépán G., Inesperger T.: „Machine Tool Vibrations”, BUTE Research News 2001/1, pp. 3-10.

[2] Horváth M.: „Alkatrészgyártási folyamatok automatizált tervezése”, Akadémiai Doktori Értekezés 1985.

[3] Szalay, T.: „Up to Date Data Processing Methods for Milling Process Monitoring”, MONACO Workshop Proceedings, Budapest University of Technology and Economics, 2004. pp. 3-8

[4] Szalay, T.: „Korszerű jelfeldolgozási és döntési módszerek a gyártólak állapotfelügyeletében”, PhD. Thesis 2001

[5] Kenter, M., Repcsényi, Z.: „Monitoring milling process with linear prediction method”, International Journal of Mechatronics, (in press)