

NIM IGÜSZI Számológéppont és MTA Számítástechnikai Központ

Partikuláris EPATA-rendszerek számológépes szimulációjáról

Eőry Ajándok, Sebestyén Ferenc és Bogdánfy Géza

A megelőző előadáshoz csatlakozva olyan szimulációs munkáról számolunk most be, melyben néhány, a fentebb körvonalazott és a megvalósított műszaki-mérnöki rendszerektől gyökeresen különböző EPATA alapelvű rendszermodell számológépes szimulációját végeztük.

Képzeliünk most el gondolatban egy automatikus orgonát, mint olyan hangszer, mely adott zenemű önműködő megszólaltatására képes. Orgonánk - felépítésében és működésében - az elosztott paraméterű és párhuzamos működésmódu alapelv /Sebestyén, 1966./ leglényegesebb előírásainak a következőkben tesz eleget.

Az egységek felépítésében lényeges szerepet kap, hogy minden egyes sip a környező levegőfázison - mint passzív közegen - keresztül beépített mikrofonjával "meghallhatja" bármelyik sip felhangzását /feltételezve, hogy hallótávolságon belül vannak/, és mikrofonjához csatlakoztatott rezonátora a hangminőséget is kiszűri. Minden egyes sip memóriával van ellátva, memóriájában a megszólalását közvetlenül megelőző hangképpel. Ha ez, összehasonlítva a felhangzó hangképpel, koincidál, egy késleltetési idő elteltével a sip működését eredményezi.

Látható tehát, hogy a sipoknak - a rendszer egységeinek - működése lényegi vonásokban azonos. A fő működési jellemző a koincidencia, amely az egyes egységek receptor- és memóriarészeinek állapota között következhet be, és az egység effektusát vonja maga után.

Ha kiválasztunk egy konkrét zenedarabot, akkor az így felépített párhuzamos működésmódu, automatikus orgona, rövidített nevén PAOL, működésének alapfeltétele, hogy generálni kell a sipegységek elemi memóriáiból összeálló memóriahalmazt, melynek meghatározásában a zenemű kottájából indulhatunk ki. Az egyes sipegységek memóriái annyi elemi memóriából

állnak, ahányszor az egyes sípegységeknek a zeneszám felhangzása során meg kell szólalnia. Az így definiált memóriák három adatot kell tartalmazzanak:

- 1/ a megszólalást közvetlenül megelőző hangképet,
- 2/ a hangkép létrejötte és a megszólalás közötti időtartamot,
- 3/ a hangzás időtartamát.

Belátható, illetve a szimulációs kísérletekkel alátámasztott tény, hogy a PAOL sípjában elhelyezkedő memóriák összessége és az orgona egészének működése közötti kapcsolat egy kölcsönösen egyértelmű transzformációnak felel meg akkor, ha a hangképek az utánuk megszólaló hangokkal egyértelmű logikai kapcsolatban vannak.

Egy adott sípegység környezetének állapota - az állapotkép - a rendszer azon sípjainak effektusaitól függ, melyekkel az egység relációban van. Egy állapotkép azonban - és ez nagyon lényeges - a szóbanforgó sípegység felhangzásának csak szükséges, de nem elégséges feltétele. A sípegységek memóriatartalmát és esetleg állapotát egy bekövetkezett koincidencia és effektus megváltoztatja. A PAOL működése alatt sípegységei effektusainak összességét értjük.

Vegyünk most egy, az elhangzottak szerint felépített PAOL-t, készítsük el a szimulációs számológépi modellt és próbáljuk meg rábírnunk Bach C-dur prelúdium és fugája 5. ütemének eljátszására. Az első sajátos probléma, ami a futtatást megelőzi - már a szimulációs modell elkészítése után - a sípok megszólalását megelőző hangképek, azaz a zeneműhöz tartozó memóriahalmaz elemeinek, mint input adatoknak a generálása. Ezen adathalmaz volumenére jellemző, hogy az 5/8-os ütemet figyelembe véve rendkívül rövid fenti zeneműszakaszhoz kerekén 7000 numerikus karakter beolvasására volt szükség.

Az első szimulációs modellünk kizárólag a sípok megszólalását megelőző hangképre kidolgozott koincidencia feltétel mellett működött, és ilyen felépítésben a harmadik ütem közepén elakadt, illusztrálva azt a tényt, hogy a hangképek és az utánuk megszólaló hangok logikai kapcsolata nem egyértelmű, így ugyanaz a hangkép hangzott fel a "d" hang negyedik megszólalása előtt, ami az "a" hang megszólalásának is feltétele volt, és ez az utóbbi hangnak megfelelő síp idő előtti effektusát vonta maga után.

Második modellünk sípegységei a megszólalásukat megelőző két hangképre kiépített koincidencia feltétel mellett hibátlanul eljátszották Bach C-dur prelúdium és fugájának első 5. ütemét. Ez természetesen a memóriahalmaz elemeinek mintegy megduplázódásához vezetett, ezen elemek száma kerekén 13 500 karaktert tett ki.

Harmadik modellünk a fenti nagyszámu input adat nélkül is - pontosabban az eredeti 7000-es memóriahalmazzal közel egyező számu input mellett is - képes volt hibátlanul lejátszani a zeneművet úgy, hogy a sipokat érzékenyebbé tettük az azonos hangképek többszöri felhangzására is egy erre a célra kidolgozott koincidencia feltétellel.

Valamennyi számológépes modell intézetünk harmadik generációs ICL-gépére implementált CSL-nyelven készült (ICL Manual, 1971.). Ez a magas szintű szimulációs nyelv egy FORTRAN bázisu célnyelv, mely lehetővé teszi a programozó számára, hogy tömörebben, kevesebb utasítással írja meg programját, mint FORTRAN nyelven, ugyanakkor pedig biztosítja az összes FORTRAN utasítás használatát. Mivel jelen esetben a szimulációs modell működtetése voltaképpen a rendszermodell viselkedésének tanulmányozása a szimulált időben, az időszimulálás problémáját úgy oldottuk meg, hogy a CSL-nyelv adta előnyös lehetőségek kihasználásával eseményorientált módon építettük fel a szimulációs modelleket. Ez más szóval annyit jelent, hogy a programba beépített óramű akkor lép előre, amikor valamilyen esemény történik a rendszerben, azaz a sipok megszólalásakor és elnémulásakor. Több sip egyidejű szimultán működése esetén a szimulált idő áll mindaddig, míg a lényegében soros felépítésű - szaknyelven hardware-ű - számológép a szimulált rendszerben párhuzamos eseményeket a maga soros működésmódjában egymás után végzi. Itt mindjárt felmerül egy másik kérdés, nevezetesen, az ilyen megszemélt párhuzamos működésmódu rendszerek soros hardware-ű gépeken történő szimulációja gazdaságosságának kérdése. Ha találunk egy jellemzőt a párhuzamosság mértékére, akkor hasonló feladatra épített soros működésmódu modellekkel végzett kísérletek eredményeivel történő összehasonlítás alapján fogunk csak tudni erre a kérdésre kielégítő választ adni. Egy tájékoztató számadat csupán, hogy harmadik modellünk esetében 6'12"-et könyvelt a gép a futásra, ami a 45/8-os zenedarab hossza és a gép másodpercenkénti kb. 200 000-es alapműveletvégző sebességét is figyelembe véve elképesztően hosszú időnek tűnik.

Hogy a vizsgált modellt közelítsük az élő rendszerekhez, redundáns, párhuzamos orgona szimulációs modelljét is elkészítettük. Itt minden egyes sípegységből egy adott számot alkalmazunk, megsokszorozva a sipokat. Ha a redundáns orgonánk, rövidített nevén PAOR sípegységeit egy négyzet alakú felület mentén úgy osztjuk el, hogy az egyes sípegységek előfordulási valószínűségei a felület mentén azonosak és utána orgonánkat tetszőlegesen félbevágjuk, várható, hogy amennyiben az azonos hangu sipok száma elegendően nagy, a két PAOR rész - mintha mi sem történt volna - visszaadja az eredeti zeneműszakaszt! A PAOR ezzel a tulajdonságával egy olyan rendszer,

amelynek két fele egyszerre fél is, meg egész is: fél, ha az anyagi kettéosztottságot tekintjük; de egész, ha a működést.

Megállapíthatjuk azt is, hogy ha egy "rendszeridegen" sip kellően hosszú ideig belesipol orgonánk légterébe, az orgona sipegységei sorra elhallgatnak, ami a rendszer működésének megszűnését eredményezi, mint-hogy az idegen hang a sipegységek egyikének memóriáállapotával sem incidál. A PAOL sipegységeinek memóriái bizonyos esetekben így annak a hangképnek az állapotában maradnak, amelyet az "idegen" hang megszólalása nem engedett létrejönni. A sipegységek ezt a hangképet várva maradnak nyugalomban. Következésképpen a rendszer működése újra megindítható egy másik "idegen" rendszer segítségével, amely éppen azt a hangképet szóltatja meg eléggé rövid időtartammal, amire a sipegységek várakoznak.

Az elmondottak magukban hordják a csiráját egy olyan összetett rendszermegoldásnak, amely PAOL-szerű szubrendszerek bizonyos egymásbafo-
nódott összessége.

I R O D A L O M

- Sebestyén F.: Új Alapelv Idegrendszeri Modellekhöz: Elosztott
Paraméterű Párhuzamos Működésmódu és Tiszta Anyag-
áramlási Rendszer
Kandidátusi értekezés, Pécs (1968)
- CSL, Control and Simulation Language - ICL Manual, London
(1971)