Kolozsvár, 1998. március 20-21.

Beszéd felismerés alkalmazása a digitális vezérléstechnikában

Demeter Attila

(SPEECH RECOGNITION ON DIGITAL CONTROL)

The present work try to present the most often problems in development of a speech recognizing system. The selected method is the Hidden Markov Modell –based method , which is based on the probability rule of the russian scientist Markovnikov. This algorithm is used only in the decision strategy , so I present here the problems and methods used before it : the sampling, windowing, filtering, the LPC encoding techniques.

Az utobbi időben nagyon elterjedtek az intelligens beszéd felismerő programok amelyek közül legnépszerűbbek a Dragon Dictate, Voice Commander, stb.

Ezek a programok közönséges személyi számítógépeken futnak , óriási a szókészletük és a felismerési arányuk is eléggé nagy , 85-90 százalék körül. Ám ez az arány elég kicsi ha egy komolyabb berendezés biztonságáról van szó, hiszen egy hibásan értelmezett parancs rossz eredményre vezethet , aminek következményei függnék a vezérelt folyamattól. Például egy szavakkal irányított daru ha rossz helyre teszi le a darabot komoly balesetet okozhat.

Egy másik hátránya a Dragon Dictate-szerű programoknak az hogy elég nagy a hardver igényük , több megabyte memóriára és drága számítógépekre van szükség hogy fussanak.

Egy lehetséges megoldás lenne korlátozások bevezetése:

- a szókészlet legyen kicsi (néhány jól megkülönböztethető szó)
- a program legyen beszélőfüggő , vagyis csak egy személyre szabott , de azért könnyen átalakítható más személy hangja után
- a szavak ne legyenek folytonosak , vagyis minden szó után hagyjunk egy kis szünetet

Olyan programok (rendszerek) is léteznek amelyek ezek a követelmények szerint működnek , és nagyon jól működnek , de ezek a rendszerek mögött zseniális programozók hada áll és a biztonságos beszéd felismerés titka hétfecsétes titok egyelőre.

Léteznek különféle elméletek , de konkrét módszereket senki sem tesz közzé.

Több egyetemi központban különböző tanárokból és diákokból álló kutatócsoportok dolgoznak a megoldáson.

Az ideális platform egy ilyen programnak egy digitális jelprocesszor (DSP) lenne , amely biztosítaná a hang valós idejű feldolgozását , és néhány kilobyte-nyi memóriája elég lenne a program és az adatok tárolására.

Az aktuális módszerek mindegyike teljesen numerikus feldolgozáson alapszik, tehát a hangjelet mintavételezni kell , a többi feladatot software végzi.

A következőkben egy ilyen tervet szeretnék bemutatni és egyuttal tisztázni a beszédfelismerésben felmerülő akadályokat.

Még mielőtt továbbmennénk szeretném megemlíteni a beszédfelismerésben alkalmazott "divatos" technikákat :

1. Dynamic Time Warping (DTW) - nek nevezett megoldás a legrégebb, könnyen tanítható de a felismerési arány alacsony
2. Hidden Markov Modell (HMM) - legnépszerűbb,a Markov-féle valószínűség elméleten alapszik,
3. Mesterséges neuronhálózatok - legelegánsabb módszer de ugyanakkor a legnagyobb hardverigenyű

Az általam választott módszer a Hidden Markov Modell, de ez a valószínűségszámításokon alapuló algoritmus csak a döntési fázisban jelenik meg , addig még hosszú az út.

Az elv egyszerű : a kiadott parancsot a program összehasonlítja az általa ismert parancsokkal , és ha valamelyikhez eléggé hasonlít akkor végrehajtja az annak megfelelő rutint. Ám a dolog nem ilyen egyszerű.

Egy beszédfelismerő rendszer részei:

1. Mintavételező/Tartó áramkör (S&H)
2. Ablakoló
3. Szűrő
4. Kódoló
5. Minták
6. Komparátor
7. Döntési stratégia
8. Végrehajtó

Az emberi hang frekvenciája nem nagyobb a telefonvonalon átvitt sávnál , vagyis 3400-4000 Hz a maximum. Ezért a Shannon-törvénynek megfelelően a mintavételezési frekvenciának a 8 kHz-es érték megfelelő , ami egy modern analóg-digitális átalakítónak gyerekjáték.

Mivel a normális női hang frekvenciája nem nagyobb 800-900 Hz-nél, a mintavételezett jelet megsűrjünk , ezáltal szép , zavaró harmonikusok nélküli jelet kapunk. A szűrést természetesen egy digitális szűrővel végezzük , egy 80 pontos 900 Hz -nél vágó aluláteresztő FIR szűrő megfelel a célnak.

Az ablakoló kiválaszt egy adott mennyiségű mintát és megszorozza egy ablakfüggvénnyel (háromszög, Hann, Bartlett, Hamming). Ennek a jelentőségét csak később látjuk majd meg.

A kódoló feladata a megsűrjt jel jellemzőinek megállapítása és a feldolgozásra váró adatok mennyiségének lecsökkentése.

A legnépszerűbb kódoló módszer a lineáris predikció (LPC = Linear Predictive Coding), aminek az a lényege hogy a mintavételezett és megsűrjt hangjelet megközelítjük egy polinommal , vagyis a sok hangminta helyett csak egy polinom együtthatóit kell megjegyeznünk. Az együtthatók kiszámítására használt megoldás neve Le Roux-Gueguen módszer . Az LPC kódolás egy adott mennyiségű mintából kifejezi a hang jellemzőit :

- a.) a hang periódusát
- b.) a hang átlagos energiáját
- c.) a hanghullám alakját a polinomiális együtthatók formájában

A hang periódusát komolyabb Fourier-analízis nélkül , egyszerű számításokkal kapjuk meg , míg a hang átlagos energiáját átlagolással. Természetesen ezek az adatok csak egy adott ablaknyi hangmintára érvényesek.

A minták eredetileg tárolt szavak jellemzői , a minták száma megadja a felismerhető parancsok számát.

A komparátor blokk elvégzi az aktuális és a tárolt minták összehasonlítását. A komparátor blokk működését felügyeli a döntési stratégiát tartalmazó blokk vagyis a HMM -alapú algoritmus. Ez az algoritmus megadja az egyes szavak vagy szegmenssek (szórészletek) egymás utáni következésének a valószínűségét.

Nem szabad elfeledkezni arról sem , hogy a szavak nem egyforma hosszúak , különböző számú szegmensből állnak , s így nem tudjuk összehasonlítani őket. Erre a megoldás az interpolálás és a szegmenssek tetszés szerinti kivágása , úgy is nevezhetjük hogy "normalizálás".

A végrehajtó blokk tartalmazza a különböző parancsoknak megfelelő rutinokat.

Egy adott személy sose mondja ki ugyanazt a szót ugyanúgy , eltérések mindig vannak a hanglejtésben , a hang magasságában , a szó hosszúságában. Ezért kell vigyázni a küszöbértékek , tűréshatárok megállá-

pitásánál. Egy kimondott szóban az egyetlen dolog ami nem változik az az hogy a magánhangzóknek általában periódusos jel felel meg , míg a mássalhangzókra nemperiodikus, zajszerű jelforma jellemző .

A beszédfelismerő programok alkalmazása komolyabb célokra még nem terjedt el , mivel a kéz még mindig biztosabb mint egy verbális parancs , de a kettő kombinációja nagyon megnövelné a vezérlés hatékonyságát.

Felhasznált irodalom:

1. H.N. Teodorescu,L.Buchholtzer,C.Posa : Comunicarea orala om-masina
Editura Tehnica 1986
2. Nat Seshan : A TMS320C30-Based Vocoder
Digital Signal Processing Solutions - Texas Instruments 1991
3. Implementation of an HMM-Based,Speaker-Independent Speech Recognition
System , Texas Instruments 1996
4. az Internetről leszedett 50-60 cikk/ötlet

Demeter Attila

diák

Petru Maior Egyetem , Marosvásárhely

Mérnöki kar , Ipari Automatizálás és Informatika