

НЕОБХОДИМОСТ И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ДИНАМИЧНА ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ НА ЗВУКОВИЯ ЧОВЕКО-МАШИНЕН ИНТЕРФЕЙС

Десислава Димкова, Стоян Порязов
Институт по математика и информатика - БАН

Основна част от комуникациите са ориентирани към **звука и словото**. Веднага възниква въпросът, дали голяма група хора няма да останат извън новото комуникационно общество, дали много хора няма да изпитват ограничения в дейността си, причинени от загуба или намаляване на слуха, или от лоши условия на околната среда. Водещи университети и научни организации правят разработки и изследвания в насока подобряване на възможностите на такива хора за пълноценно използване на комуникационните технологии.

През 2004 година стартира проект на Европейската общност **HearCom - Hearing in the communication society (2004-2008)** [1]. В него участват 30 университетски и научни организации от 12 страни в Европа, както и водещи фирми в областта на комуникациите и производството на помощни средства за хора с нарушен слух. Проектът се фокусира върху звука и словото, чрез интегрирането на Европейския опит и на експертни познания в областта на аудиология, акустика, реч, комуникационни технологии и др. Една от целите на проекта е да подпомогне хората, като им предостави възможност да научат повече за собствените си слухови възможности, да тестват собствената си чуваемост. Друга основна цел е развитие и усъвършенстване на звуковите слухови системи и кохлеарни импланти. електронно устройство, което помага на загубилите слуха си да чуват

В **Technical University of Denmark** се правят изследвания върху психоакустиката за подобряване на ефективността на акустичната (звукова) комуникация, разработват се слухови модели за хора с нормални и увредени слухови функции, както и слухови модели, които могат да бъдат приложени към технически комуникационни модели и клинична диагностика. [2].

В повечето от намерените разработки се набляга на изследвания свързани с управление на компютър/машина чрез гласови команди. Например в **Institute for Human-Machine Communication** към **Technische Universität München** се правят изследвания върху комуникациите човек-машина, насочени към потребителския интерфейс, т.е управление на уреди, автомобили и др. с глас, жест, движение и др. Спонсорирани са от над 10 водещи фирми в областта автомобилостроенето и производството на потребителска техника. В тази

връзка също се набляга на изследвания върху слухови модели за хора с нормални и намалени слухови функции.

Всички описани разработки и проекти предлагат и модели за изследване на слуха, но само с цел подобряване на слуховите апарати или индивидуалното отчитане на нарушения в слуха. Не се правят измервания на стойностите на параметрите, които да послужат за индивидуална, динамична настройка на звука с цел постигане на най-добра чуваемост.

Какво е "звукот машинно-човешки канал"?

Под "звукот машинно-човешки канал" ще разбираме канала за предаване на звуци (сигнали, говор, мелодии и др.) записани в машинна (компютърна, телекомуникационна и др.) памет до възприемането му в паметта на човек, включително.

Досега са изучавани характеристиките на предавателя, приемника и средата поотделно.

Обикновено **околната среда**, в която се осъществява пренасянето на звука, се приема като "константа". Не се взимат под внимание възможните смущения, както и евентуалното нейно динамичното променяне под влияние на многобройни фактори в различни моменти от времето.

Какво е "управленски човеко-машинен канал"?

Под "управленски човеко-машинен канал" ще разбираме канала за предаване на команди от човек към компютър, от момента на генериране на желанието за възприемане на звук, до момента в който този звук започне да се излъчва. Не е задължително командите да са гласови, но при гласови команди отново роля ще има околната среда.

Новото, което се предлага е да се разработи система, с помощта на която всеки човек да може да измерва динамично стойностите на параметрите на своите звуков и управленски канал, с цел (в бъдеще) машината да адаптира параметрите на машино-човешкия канал към моментните потребности и нужди на потребителя. Т.е, да се отчитат както параметрите на терминала, така и параметрите на звуковата околна среда, слуховите възможности на конкретния потребител, неговото психофизично състояние в конкретния момент, емоционалното въздействие на звуците и звуковите съчетания и др.

Концептуален модел на Компютърния Звукот Интерфейс (звукотвизация)

Компютърният звукот интерфейс се разглежда като единен обект, осигуряващ:

- предаването чрез звук на обект от паметта на компютъра, в паметта на човека-получател (машина → човек);
- управлението на компютъра чрез командите, издадени от човека (човек → машина), изразяващи желанието му да се генерира звук, съгласно нуждите и желанията на потребителя. Не е задължително командите да бъдат звукови.

Като правило обектът, подлежащ на звуково възприемане и намиращ се в паметта на компютъра, няма звукови свойства. Обектът, получен в паметта на човека - получател се нарича "звуков умствен обект". Звуковият умствен обект има неясна, засега, физическа природа и е резултат от процеса на звуковизация. В този смисъл той може да не отговаря на едно конкретно звуково възприятие, а да е обобщение на всички такива, получени в определено време.

При така поставената задача компютърният звуков интерфейс ще се състои от два канала – **звук (цели)) машино-човешки и управленски човеко-машинен**. Двата канала образуват **компютърна звукова верига (Computer Sound Loop)**, позволяваща осъществяването на

Цикъл на Компютърна Звуковизация.

Концептуалният модел на звуковия (цели) канал на компютърната звукова верига съдържа:

1. **звук софтуер**, озвучаващ по определен начин обектът, подлежащ на звукопредаване и намиращ се в паметта на компютъра, в команди и данни за звуковия хардуер;
2. **звук хардуер**, който включва звуковата карта, създаваща звуковия сигнал и звуковъзпроизвеждащите устройства.
3. **средата между предавателя и ушите на човека – потребител;**
4. **човешките слухови органи**, които включват слуховите рецептори, нервните пътища и съответния участък в мозъка на получателя;
5. **човешкия жизнен опит**, който позволява да се разпознава и анализира звукът.

Концептуалният модел на управленския канал на компютърната звукова верига съдържа:

1. **човешкия жизнен опит и конкретните цели**, въз основа на който потребителят генерира желания за управление на процес на звуковъзприятие. Тези желания се предават на човешките ефектори;
2. **човешките ефектори** включват съответния участък в мозъка, нервните пътища и изпълнителните мускули на съответните органи. Такива могат да бъдат мускулите на очите, ръцете, гласовите органи и други;

3. **средата между човешките ефектори и съответните компютърни входни устройства**, например при гласови команди;
4. **входящия компютърен хардуер**, който обикновено е мишка и/или клавиатура, но може да е гласов вход (микрофон) и др.
5. **входящия компютърен софтуер**, който приема и обработва сигналите от входните устройства и ги предава като команди на звуковия софтуер.

Цикълът на компютърна звуковизация включва двата канала (звуковия и управленския) и позволява осъществяването на диалог между човека и компютъра, в процеса на който се получава окончателният умствен обект, съответстващ на намиращия се в паметта на компютъра обект.

Предлаганият интегриран подход е необходимо да се развива, защото:

- **отговаря на действителността** - ние ползваме компютрите интерактивно и това, което чуваме зависи от всички изброени компоненти на компютърната озвучаваща верига, във всеки конкретен момент на звуковия цикъл;
- **не е развит достатъчно** - в достъпните източници не бе намерен подобен концептуален модел. В намерената литература се изучават характеристиките на предавателя, приемника и средата поотделно. Не се обръща внимание и на емоционалното въздействие на звука.
- **свойствата на звуковия канал са интегрални** и практически не могат да бъдат изведени въз основа на свойствата на компонентите му, които се менят често и се измерват трудно. Например, при възпроизвеждането на един аудио файл с определено качество голямо влияние върху качеството на възприемания звук оказват качествените показатели на звукотехническите устройства и системи, но влияние може да имат още влажността и температурата на околната среда, външните шумове, отражателните и поглъщащи свойства на помещението, разстоянието и ъгъла между звукоизлъчващите устройства и човека, сетивните възможности на човека, моментното му психофизическо състояние, умората, както и много други фактори.

Персонализирането на звуковия канал е необходимо поради:

- **значителни различия в параметрите на звукопредаващите устройства** – тонколони, слушалки, мобилни телефони... и техните възможности за работа с аудиофайлове и интернет връзка. Дори и едно и също устройство може да има различни параметри, в зависимост от моментните му настройки или изменения на характеристиките му, в резултат, например, на стареене и износване;
- **различни и променящи се параметри на околната среда**. Те също оказват влияние върху качеството на възприемания звук. Менят се динамично, което е важна причина за нуждата от персонализация. Акустичните свойства на

помещенията, околната температура, налягане, особено външни шумове – както такива, които са постоянни за средата, така и тези, които се случват на случаен принцип, оказват влияние както върху качеството на сигнала, така и върху психофизическото състояние на човека и способността му за разпознаване и възприемане на звука. Обикновено се налага слушателят да се нагажда към съответните обстоятелства, вместо да промени някои стойности на характеристиките на предавателите според индивидуалните си нужди. Възможностите, които се предлагат за преодоляване на странични шумове и за някакви корекции на сигнала са много ограничени и неудобни за динамична промяна – увеличаване на силата на звука, (което пък създава опасност за слуха), промяна на баланса и леки честотни корекции, които при това се извършват трудно и хаотично, поради липса на подходяща методика и помощни средства, предложени от производителите на разпространените операционни системи.

Ще разгледаме възможностите за персонализация на звукоизлъчването, които предлагат едни от най-разпространени програми **Windows Media Player** и **Winamp**.

Да видим първо какво предлага Microsoft. В сайта на Microsoft за помощ [14] има два раздела, които евентуално могат да ни помогнат за някакви настройки на звука: „Персонализиране на компютъра” и „Музика и звуци”. В първия раздел няма никакви предложения за евентуална персонализация на звукоизлъчването. Вторият раздел ни запознава много подорбно с възможностите на **Windows Media Player** свързани с организацията на мултимедийни файлове, извличане и записване на компактдискове, синхронизиране и споделяне на музика и нито дума за настройки на параметрите на звука. На страницата „Промяна на настройките за силата на звука в Windows Media Player» [15] пише:

„Има няколко опции за управление на силата на звука в Windows Media Player, като регулиране на силата на звука, изключване на звука и намаляване на разликите в нивата на звука в песен или между песни. Не забравяйте, че настройките за звука в Media Player могат да се променят от други софтуерни и хардуерни контроли. Ако срещнете проблеми, опитайте да регулирате аудио настройките на Windows, физическите контроли на високоговорителите, събуфера или усилвателя, или настройките в софтуера, използван за конфигуриране на звуковата платка на компютъра. За информация за регулиране на силата на звука в Windows вж. "Помощ и поддръжка на Windows".

Промяна на настройките за силата на звука в Windows Media Player

Има няколко опции за управление на силата на звука в Windows Media Player:

- *Регулиране на силата на звука, изключване на звука и намаляване на разликите в нивата на звука в песен или между песни.*
- *Намаляване на разликите в силата на звука в песен*
- *Намаляване на разликите в звука между песни”*



Т.е., както от описанието, така и от вида на потребителския интерфейс за настройки на звука, се вижда, че освен да увеличаваме и намаляваме силата на звука, други възможности за настройка нямаме.

Winamp дава малко повече възможности, свързани с балансиране звука между колоните и промяна на амплитудата в определени честотни интервали. За целта на потребителския интерфейс има 10 плъзгача, регулиращи амплитудата на честотите от 60 до 16 000 Hz. [15].



на

- **увеличаване на нуждата на хора с нарушения в слуха да ползват аудио техника, компютри, мобилни телефони и др.** С развитието на информационните технологии все повече се увеличава процентът на хората, на които им се налага активно да ползват компютър във всекидневието си, което неминуемо поставя в затруднение хората с нарушения в слуха.

- **увеличаване на броя на хората с нарушения в слуха**
Според данните, получени при различни статистически изследвания:

1. Hear-it AISBL е неправителствена организация с нестопанска цел, чиято цел е да събира, обработва и разпространява всякаква актуална научна (социологическа, юридическа, медицинска, обществена, политическа) информация, отнасящи се до увреждания в слуха на хората и социално-икономическите последици от това. В състава ѝ влизат IFHOH (The International Federation of the Hard Of Hearing), AEA (Association Européenne des Audioprothésistes), както и индивидуални членове, които споделят целите на Hear-it AISBL. Седалището на организацията е в Брюксел. Организацията поддържа богат с информация сайт, съдържащ актуални статии в помощ както

на страдащите от нарушения в слуха, така и на професионалистите; статистическа информация, тестове за индивидуална проверка на слуха и др.

В сайта са публикувани данни от международно научно проучване "Оценка на социалните и икономически разходи от увреждането на слуха" , направено през октомври 2006г. [4] Основните статистически данни, върху които се набляга са:

- 16% от всички възрастните европейци страдат от нарушения в слуха, което влияе на обществения им живот, води до по-ниско качество на живота им и може да предизвика психично разстройство. Личните, социални и икономически разходи, които съпътстват тези нарушения са съществени за милиони хора по света.

- в Европа около 71 милиона души, на възраст от 18 до 80 години имат по-голяма загуба на слуха от 25 db, прието от Световната здравна организация като гранична стойност за увреждане на слуха. Само в ЕС броят на хората с увреждания в слуха е повече от 55 милиона.

- отчитат се социалните фактори, като качество на живот, самота, депресия, изолация, трудности в работата и общуването, психиатрични отклонения и др., които са следствие от нарушенията в слуха.

- дадени са данни и по региони, напр. Германия – 10.2 млн, Франция – 7,6 млн., Великобритания – 7,5 млн. и т.н. [5]

2. Сайтът WrongDiagnosis.com е един от световните водещи доставчици на онлайн медицинска информация. Сайтът предоставя независима, обективна здравна информация както за пациенти, така и за здравни професионалисти. В сайта са публикувани статистически данни за броя на хората с нарушения в слуха в 116 страни в света. На преден план са изведени данни за САЩ, според които около 1 на 12 или 8,09%, или 22 милиона души в САЩ имат различна степен на слухово увреждане. [6]

3. Наблюдава се епидемия от загуба на слуха при възрастните хора. Между 25 и 40% от населението на възраст 60 години и по-възрастни е с увреден слух, като загубата на слуха се увеличава с течение на времето [7].

Според уеб-сайта на американския национален център за здравна статистика (National Center for Health Statistics [8], в който се публикуват данни от „мониторинг на националното здраве”, честотата на нарушенията в слуха в лека степен нараства с възрастта, като увеличението е повече от четирикратно: при възраст между 18-44 години - 6,7%, при възраст над 65 г. - 27,8% [9].

4. От намерената информация в сайтове се оказва, че друг основен проблем за обществото е, че хората с нарушение в слуха търсят лекарска помощ едва при много засилена загуба на слуха, а дотогава се примиряват с отслабалия слух. Например:

- според статистика на The Royal National Institute for Deaf people (RNID) 4 милиона души с нарушения в слуха, не само, че не предприемат нищо, но и не обсъждат състоянието си с други хора [10].

- според цитираната вече статия в Hear-it само един от всеки шест, нуждаещи се от помощ, използват слухови апарати [5].

Възможности за самостоятелна проверка на слуха

След като разбрахме за психологическата бариера при хора, започнали да губят слуха си, очакванията ни бяха, че при търсене по ключови думи „check hearing”, “test hearing”, „self test online” и др. подобни, ще намерим сайтове, в които човек, който има съмнения, че слухът му отслабва или има някакви отклонения от нормалните норми, ще има възможността поне да си направи някакъв качествен, самостоятелен тест. При търсене по ключови думи “check hearing” се появиха 14900 сайта, които могат да се групират в три групи (не взимаме под внимание медийни статии и други, които се занимават с проблема теоретично, а само сайтове, в които се предлага някакъв вид проверка на слуха):

- Няколко сайта предлагат тест на слуха, като използват звук с различна честота или сила. След тестването, ако се приеме, че има някакви нарушения в слуха, насочват към специализиран аудиометричен кабинет. Общо взето всички тестове завършват с подобни думи [11]:

„Резултатите от използването на този тест не могат да бъдат разглеждани като клинични данни. Макар и звуковите файлове да са подготвени грижливо, реалното ниво на шума и спектралната чистота зависят от качеството на вашата звукова карта и слушалки. Те обаче могат да бъдат полезни за сравнение на чуваемостта между лявото и дясното ухо или за промени в слуха с течение на времето, като се приема, че се използва един и същи хардуер. Все пак, имайте предвид, че е нормално да има дневни колебания в слуха. Ако се тревожите за своя слух, консултирайте се с аудиологист.”

- Болшинството от сайтовете предлагат тест с въпроси и в повечето случаи възможност за отговори „да” или „не”. След теста отново ни препращат към специализиран кабинет.

- Предвид притеснението на повечето хора, страдащи от намаляване на слуха, все повече сайтове предлагат тестване на слуха по телефон. Например в споменатия по-горе сайт на The Royal National Institute for Deaf people (RNID) се казва, че RNID се надява, че хората ще се чувстват по-комфортно, ако се обадят на споменат телефон [10].

- В сайта на **HearCom** [1] се предлага отново тест с въпроси [12], но и тест за проверка на слуха в шумна среда (Speech-in-Noise). Целта на теста е, чрез проверка на това доколко различаваме говор в различни нива на фонов шум, да установим дали ще имаме полза от слухов апарат [13].

Възможни пътища за общо решаване на задачата за персонализация на звукоприемането и трудностите пред тях:

- **Уточняване на минималния брой параметри на звуковия интерфейс,** които са достатъчни за определяне на характеристиките на индивидуалната компютърна звуковизация. Основна задача ще бъде определянето на списъка от параметрите, характеризиращи в достатъчна степен звуковия интерфейс на системата човек–компютър, който досега не е уточнен в проучената литература. Важна задача е определянето на най-значимите параметри, въз основа на които да се развият технологиите за персонализация на интерфейса.

- **Избор и създаване на удобни системи и организация за измерване на стойностите на тези параметри.** От намерената литература се вижда, че единствените места, където могат да се направят измервания на параметрите на човешкия слух, са аудиометричните кабинети. Тези измервания не могат да определят характеристиките на човеко–машинния звук интерфейс. Следователно е необходимо да се разработят системи за измерване на стойностите на параметрите на интерфейса и то при точно същите условия, при които конкретният човек ползва конкретния компютър. За да бъдат достъпни, удобни и достатъчно често използвани, тези системи трябва да са базирани на същите компютри, чийто интерфейс с човека ще се измерва. Методологията за създаване и използване на такива системи за измерване на параметрите на човеко–машинния звук интерфейс предстои да се развива;

- **Създаване и разпространяване на адаптивен софтуер с възможности за звуковизация на обектите, съгласно определените стойности на параметрите, за конкретния хардуер, място, човек и момент.** От примерите се вижда, че дори в случаите, когато се правят някакви измервания на звукови параметри, получената информация не се използва, дори в същия сайт, за генериране на подходящо звукоизлъчване. От друга страна, компютърните програми, които ще се наложи да бъдат променени за да се реши напълно задачата са твърде много на брой - това са практически всички приложни аудио програми, които са предназначени да пресъздават звукозапис за различни компютри и потребители. Теоретично е възможно дори част от този софтуер да премине към операционните системи на компютрите и да бъде общ за много приложения, като се настройва според индивидуалните параметри на интерфейса.

Заклучение

- Обоснована е необходимостта от персонализиране на звукоизлъчването според индивидуалните особености на потребителя;
- Предложени са концептуални модели на понятията "звук човече-машинен интерфейс" и "компютърна звукова верига" и е аргументирана необходимостта от интегриран подход към човече-машинния звук интерфейс;
- Предложени са пътища за общо решаване на задачата за персонализация на звукоизлъчването и трудностите пред тях.

Литература

- [1] 3 октомври 2006, HearCom General Information: the project, (online), <http://hearcom.org/about.html> [23 септември 2008]
- [2] 10 септември 2008, Acoustic Technology (AT), Technical University of Denmark, Department of Electrical Engineering, (online), <http://www.oersted.dtu.dk/English/research/at.aspx>
http://www.elektro.dtu.dk/upload/institutter/_oersted/om/officielle_dokumenter/annual2005.pdf [24 септември 2008]
http://www.elektro.dtu.dk/upload/institutter/_oersted/at/annual_04a.pdf [24 септември 2008]
- [3] Institute for Human-Machine Communication Activity Report 1997– 2000, (online)
<http://www.mmk.e-technik.tu-muenchen.de/ar/TUM-MMK.pdf> [26 септември 2008]
- [4] A REPORT FOR HEAR-IT, October 2006, EVALUATION OF THE SOCIAL AND ECONOMIC COSTS OF HEARING IMPAIRMENT, (online)
http://political.hear-it.org/multimedia/Hear_It_Report_October_2006.pdf
- [5] One in six suffering from hearing loss, Source: "Evaluation of the Social and Economic Costs of Hearing Impairment", October 2006, Hear-it AISBL, (online)
<http://www.hear-it.org/page.dsp?page=5375>
- [6] WrongDiagnosis,(27 септември 2008) Statistics by Country for Hearing Impairment (online), <http://www.wrongdiagnosis.com/h/hearing/stats-country.htm#extrapwarning>
[27 септември, 2008]
- [7] Timothy C. Hain, MD (19 юли, 2008) Hearing Loss, Chicago Dizziness and Hearing (online), <http://www.dizziness-and-balance.com/disorders/hearing/hearing.html>
[24 септември, 2008]
- [8] January 11, 2007, (online), <http://www.cdc.gov/nchs/about.htm>) [24 септември, 2008]

- [9] Charlotte A. Schoenborn, M.P.H., and Kathleen Heyman, M.S. Division of Health Interview Statistics (May 2008), Health Disparities Among Adults With Hearing Loss: United States, 2000-2006, (online), <http://www.cdc.gov/nchs/products/pubs/pubd/hestats/hearing00-06/hearing00-06.htm>
[30 септември, 2008]
- [10] December 19, 2005, Millions urged to check hearing, (online), http://www.4hearingloss.com/archives/2005/12/millions_urged.html [30 септември, 2008]
- [11] Equal loudness contours and audiometry - Test your own hearing, University of New South Wales, (online), <http://www.phys.unsw.edu.au/jw/hearing.html> [30 септември, 2008]
- [12] Test your hearing, http://www.hear-it.org/h_test.dsp (online), [6 октомври]
- [13] Hearing test Speech-in-Noise <http://www.hear-it.org/page.dsp?forside=yes&area=1185> (online) [6 октомври]
- [14] Помощ и "Как да..." за Windos, (online), <http://windowshelp.microsoft.com/Windows/bg-BG/default.msp>, [16 януари, 2008]
- [15] Промяна на настройките за силата на звука в Windows Media Player, (online), <http://windowshelp.microsoft.com/Windows/bg-BG/Help/f29017fe-ddf3-42ae-bd99-f54eae5c00a11026.msp>, [16 януари, 2008]
- [16] Winamp - инсталация, настройки и работа с програмата, Kaldata - статии и ревюта, (online), <http://www.kaldata.com/forums/index.php?showtopic=58289>, [16 януари, 2008]