

휴먼인터페이스와 음향정보처리 기술

홍진우·강성훈

(한국전자통신연구소/음향정보처리 연구실)

I. 서론

휴먼인터페이스(HI : Human Interface) 기술은 지금까지의 기술 발달이 고속화, 고용량화 위주로 전개되어 복잡하고, 다양해진 서비스가 제공됨으로써 사용자의 접근이 점점 어려워지고, 사용을 회피하는 것을 막기 위한 수단으로 만들어진 필요조건 기술이라 할 수 있다. HI 기술의 궁극적인 목표는 통신의 주체가 되는 인간이 원하는 정보를 원하는 목적에 사용하기 쉽도록 만들어주는 것이지만 지금까지 이용되어온 인간과 기계 인터페이스(HMI : Human-Machine Interface) 기술은 인간을 통신 시스템의 한 모듈로 파악하여 그 접속점을 규정하려 하고, 사용자를 어떤 특수한 성격을 갖는 집단으로 단순화 시키려는 개념속에서 연구되었다. 앞으로는 이러한 개념을 초월하여 사용자 중심의, 사용자 위주의 기능과 서비스를 제공하는 개념을 도입한 인간과 인간의 인터페이스(HHI : Human-Human Interface) 기술도 HI 기술로 중요하게 인식될 것이다[1].

본 고에서는 현재 중요하게 부각되고 있는 HI 기술을 발전시키기 위하여 고려해야 할 사항들을 기술하고, 다양한 서비스별로 고려될 수 있는 HI 기술중 음향정보처리 기술을 중심으로 고찰한다.

II. 휴먼인터페이스 기술 동향 및 과제

HI 기술을 명확히 정의하기는 매우 어렵지만 기본적으로 사용하기 쉽고, 편리하며, 효율적으로 운용할 수 있는 서비스를 제공하기 위한 사용자 인터페이스 기술로서 인간의 오감(시각, 청각, 촉각, 후각, 미각)을 이용하는 인간의 정보처리 과정을 기능적인 면과 구조적인 면으로 정리해서 체계화하고, 이 기능구조를 인간이 외부와 정보를 주고받는 체제로 규정한 것이다[2]. 즉, 휴먼인터페이스 구조(HIA : Human Interface Architecture)를 이용한 서비스 기술이라고 표현할 수 있다.

종래의 HI 기술은 HMI의 개념을 도입하여 학습하지 않고, 사용하기 편한 기기를 사용한다는 관점에서 연구되었으나 최근의 HI 기술은 HIA를 기본으로 하여 다음과 같은 관점에서 연구되고 있다.

- 1) 물리적 접근 방식에서 논리적 접근 방식으로 처리하고, 기계적인 기능을 지능적인 기능으로 제공하며, 다양한 매체를 이용하여 표현한다.
 - 2) 사용자와 기계간의 서비스 뿐만아니라 사용자와 사용자간의 서비스를 지원한다.
 - 3) 설계자의 의도에 의한 접속기능이 사용자를 중심으로 한 접속기능으로, 전체를 중심으로 하던 개발이 사용하는 사람과 사회 또는 업무를 중심으로 하는 개발로 수행한다.
 - 4) 효율을 중시하던 인터페이스 기술이 출격고, 안락한 인터페이스 기술을 중시한다.
- 이러한 HI 기술이 적용될 수 있는 오디오·비디오

정보통신 서비스를 ITU-T(International Telecommunication Union)에서 분류한 것을 살펴보면 그림 1과 같다.

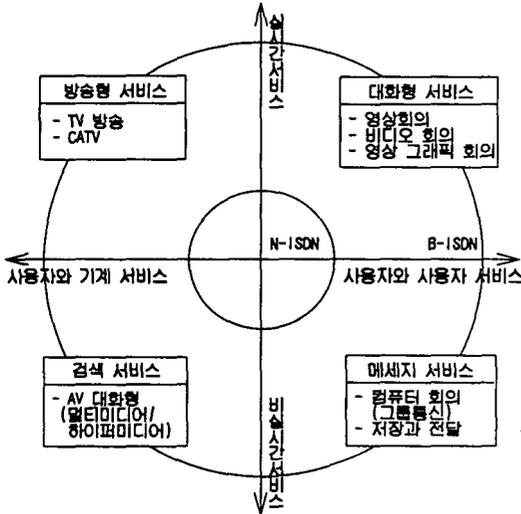


그림 1. 오디오-비디오 정보통신 서비스 분류도(ITU-T)

그림에서 사용자와 사용자간의 서비스는 HHI 기술의 관점에서, 사용자와 기계와의 서비스는 HMI 기술의 관점에서 고려될 수 있는 서비스들이다. 이들 서비스는 실시간을 요구하는 서비스와 그렇지 않은 서비스로 구분되기 때문에 각각의 용도에 적합하고, 합리적인 HI 기술이 적용되어야 한다[3].

한편, 이러한 서비스들을 제공하는 전기통신은 접속을 통하여 원하는 상대방과 원하는 정보를 액세스하기 위하여 언제나(whenever), 어디서나(anywhere), 누구와도(anyone), 무엇이든(whatever) 자유롭게 주고받을 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 목표외에 정보를 안전하고, 신뢰성 있게 전달하는 것은 물론, 대면통신(face-to-face communication)처럼 현장감 있고, 쾌적하고, 안락한 통신환경을 제공하는 것을 추구하고 있다. 그러므로, 편리하고, 간단하고, 사용하기 쉬운 인터페이스 기술이 필요하고, 이를 구현한 시스템이나 단말장치가 요구되고 있다. 예를 들면, 전화번호를 다이얼링하여 접속하는 경우에 이름이나 목적 등에 의해 접속하는 방법과 이동한 상대방을 자동적으로 추적하여 접속하는 방법, 또는 음성으로 다이얼링하는 방식 등이 있다. 그리고, 접

속한 후 대면통신을 실현하기 위한 3차원 입력, 3차원 처리, 3차원 표시기술 등이나 현장감을 높이기 위한 입체영상이나 입체음향 제어기술, 자료관리(database navigation) 기술, hypermedia 기술등을 이용한 의사체험을 위한 인터페이스 등을 들 수 있다[1].

최근에는 그림 2와 같이 시간정보와 공간정보를 HI 기술의 관점에서 전송하고자 하는 실감통신(RT: Realistic Telecommunication) 기술의 개발이 이루어지고 있다. 실감통신 기술은 인간의 감각을 최대한 고려한 현장감 처리 기술과 초고속의 정보를 전송할 수 있는 통신 기술을 접목하여 원거리에 있는 통신자들이 같은 공간을 점유하고 있는 것처럼 느끼게 하거나, 원격지에서 컴퓨터가 만들어낸 가상공간으로 부터 인공적인 현실감을 체험할 수 있도록 하는 기술이다.

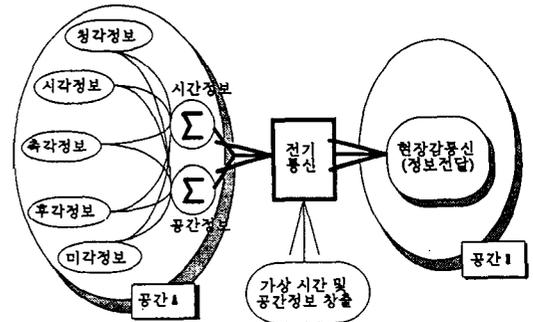


그림 2. 실감통신 기술의 개념도

이러한 기술들을 실생활에 적용하기 위해서는 인간과 정보통신 기기와의 대화를 위한 다양한 미디어의 인식 및 합성기술과 의도에 맞는 표현 미디어를 이용한 보다 자연스러운 제어기술이 도입되어야 한다. 예를 들면, 컴퓨터 비전 기술, 컴퓨터 그래픽 기술, 음성인식 및 합성 기술, 자연언어처리 기술 등을 조합한 multi-modal interface 기술이 제공되어야 한다. 또한, 정보통신 기기를 이용한 환경적 측면을 고려하여 업무처리나 사무처리시 정보의 공유 및 의지의 전달을 위한 협조체제가 구축되고, 개인 및 그룹을 지원하는 인터페이스 기술이 제공되어야 한다. 예를 들면, 주로 계산 및 설계의 도구로 사용되는 컴퓨터를 사교를 지원하는 도구로 활용하기 위하여 그룹웨어 또는 컴퓨터를 이용한 공동작업 환경 구축 등의 연구

가 이루어져야 한다[4].

전술한 HI 기술의 기반이 확립되기 위해서는 사용자 모델링, 정보환경 분야의 모델링, 인터페이스 체계화 기술 등을 이용한 HI 공학이 구축되어야 한다. 사용자 모델링의 경우 먼저 설계자의 의도와 사용자의 특성이 적절히 반영되도록 대화모델과 사용자의 학습, 행동, 인지 모델, 그리고 human error 모델 등의 분석 및 모델링 기술이 연구되어야 한다. 또한, 인터페이스에 있어서 문제가 되는 대상 및 변화를 명확히 기술해야 하고, 사용자 관점의 시스템 metaphor와 같은 규정이 정립되어야 하고, 사용자의 애러가 최소화되도록 하고, user-friendly 한 인터페이스를 제공하여야 한다. 정보환경 분야의 모델링 경우에 작업 모델, 사무실 모델, 인간통신 모델 등의 모델링 및 해석 기술이 연구되어야 한다. 또한, HI 기술의 계층화 및 모듈화를 위한 요소기술의 개발(HIA의 구축)이 필요하고, 고전적인 정보이론을 초월한 인간통신 이론의 구축이 필요하다[1]. 그리고, 인터페이스의 양호함을 평가하여 설계시에 반영하는 기술이 필요한데 이는 사람에 따라, 경험에 따라, 문화의 차이에 따라 HI의 평가가 달라지기 때문에 가능한 한 확립된 평가방법 및 결과가 요구된다.

Ⅲ. 음향정보처리 기술

인간의 감각을 활용하는 HI 기술중 청각특성을 기본으로 음향신호를 제어하는 것을 음향정보처리 기

술이라 한다. 전기통신에 있어서 고품질의 음성통화 및 실감음향 전송에 매우 중요한 역할을 담당하는 음향정보는 시간적인 경과에 따라 특성이 변하는 신호로서의 의미와, 공간적인 특성 차이를 가지는 신호로서의 의미를 가지는 것으로서 분류할 수 있다. 이때 시간적인 특성변화를 제어하는 것을 시간정보(temporal information) 처리라 하고, 공간적인 특성변화를 제어하는 것을 공간정보(spatial information) 처리라 하고 한다.

전기통신에 적용된 음향정보신호의 처리는 표 1과 같이 시간정보처리와 공간정보처리로 분리할 수 있으나[4], 지금까지 대부분의 기술들이 음향신호의 시간정보처리만을 주로 다루어 정보전달이나 고품질의 통신에는 충실하였지만 현장감있는 가상환경의 제공에는 부족한 점이 많았다. 최근에 디지털신호처리 기술이 발전하고, 실감 음향통신의 필요성이 대두되면서 음향신호의 공간정보를 처리하기 위한 연구가 점진적으로 진행되고 있다.

3.1 시간정보처리

시간정보처리 기술중 잡음신호를 감소시키는 방법은 그 동안의 연구에 의해 많은 방법이 제안되고 있으며, 앞으로도 많은 연구가 수행될 것으로 예상된다. 그러나, 실제 환경에의 적용은 잡음신호의 종류가 많고, 환경의 특성에 의하여 그 특성이 변할 수 있으므로, 부분적으로 가능한 실정이다. 실제로 전달경로가 단순하고, 잡음의 분포가 단순하여 잡음 특성의

표 1. 음향신호의 정보처리 분류

기술처리		송 화 계		전 송 계	수 화 계	
공간 정보 처리	배경음 처리	간향제어	간향제어처리 · 간향특성 · 명료성	· 심리음향 · 공유공간 생성처리	확산감 제어	확산감처리 · 실내간향감 · 음원일체화
	정위처리		수음처리 · 음원위치의 명확한 추적 · 다수 음원의 분리			· 음원위치 부호화 · 음상정위 부호화 · 실내공간 음향특성
시간 정보 처리	통신로 처리	· 음부호 · 음향전기 · 지향성제어 · 잡음제거	수음처리 · 입력 동적범위확장 · 실내잡음처리	· 전달용량 · 전송대역	· 음부호 · 전기음향	음의 박력 · 음량, 음질 · 주파수특성 · 대역제한 · 스펙트럼
						· 전달지연 · 반향신호 · 하울링

예상이 가능한 잡음신호에 대해서는 주목할 만한 기술적 성과를 이루었으며, 많은 분야에서 응용되고 있다. 또한, 잡음의 주파수 분포가 협대역이거나 주기적인 잡음원은 비교적 제어가 용이하여 실용화되고 있다. 실제 환경에서의 광범위한 적용은 잡음원의 변동, 환경의 변동 등에 즉시로 반응하여야 하므로, 적응필터의 도입이 불가피하다. 그러나, 적응제어에 의해서도 공간의 부분적인 제어만이 실제로 가능한 실정이므로 궁극적으로는 잡음원의 소음을 감소시키는 방법[5]이 우선적으로 모색되어야 할 것이다.

잡음신호를 제어하는 대표적인 기법으로서는 스펙트럼 차감법, 워너 필터법, 폼 필터법, SPEC 법, 적응 필터링 법 등을 들 수 있다. 이들 기법들의 기본적인 원리는 시간영역 혹은 주파수영역에서 잡음원의 특성에 해당하는 부분을 제거하는 것이라고 할 수 있다. 이러한 기법에 의한 결과는 일반적으로 잡음만이 아니고, 신호성분이 영향을 받아 명료성이 저하되고 있다. 이에 대하여 Ganeda 등은 두 지점에서 수음을 하고 두 신호의 상관을 이용하여 주파수영역에서 잡음신호를 감소시키는 연구를 발표하였으며, 또한 마이크로폰 어레이를 이용하여 지향성을 제어하여 잡음의 도래방향에 사각을 두는 방식도 꾸준히 연구되고 있다.

한편, 음향의 반향신호(echo)는 양방향 통화에 있어 명료성을 저하시키는 주원인이기 때문에 반드시 제거되어야 할 특성중의 하나이다[6]. 이의 제거방법은 잡음의 제어 방법과 그 원리는 동일하다. 반향의 경로에 해당하는 특성을 모델링하여 반향신호를 인위적으로 만든 다음, 마이크로폰으로 수음된 신호에서 이를 빼주면 이론적으로 반향신호를 제거할 수 있다. 그러나, 실제로는 통화 환경의 특성이 가변적이며, 그 응답이 무한길이이므로 모델링 결과에는 항상 오차가 발생된다. 그러므로, 가능한 한 오차를 줄이고, 실시간적으로 정확한 반향제거를 위해서는 대규모의 시스템이 필요하게 된다. 이상에서 기술한 잡음의 제어와 반향신호의 제거에는 공통적으로 마이크로폰 어레이를 사용하는 지향성 제어기술을 이용할 수 있다. 지향성의 제어기술은 필요로 하는 신호만을 검출하려는 처리이므로 자연히 신호대 잡음비를 증가시키며, 다른 방향에서 도래하는 반사음을 줄일 수 있는 장점이 있다. 또한, 이 기술을 응용하면 각 방향에서 도래한 음향신호를 선택적으로 분리하여 검출할 수 있으며, 각 방향의 신호를 분석함으로써 환경

의 음향특성 및 각 신호원 자체의 특성을 추정할 수도 있다. 지향성 제어 기술은 일반적으로 직선상이나 원상의 마이크로폰 어레이를 이용하지만, 인간이 두 개의 귀(센서)를 이용하여 많은 음향정보를 분석하는 청각특성을 고려하면 보다 간단한 구조를 사용하여도(즉, 인간의 음향정보처리 메카니즘을 이용하면) 지향성을 제어할 수 있을 것으로 예상된다.

다음으로 고려할 수 있는 음향신호의 시간정보처리 기술로서 신호의 부호화 기술이 있다. 음향신호를 이용한 전기통신에 있어 고품질 신호의 전송을 위해서는 다채널의 음원을 광대역으로 전송하는 것이 중요하다. 그러나, 전기통신망의 용량과 효율을 고려하면 전송채널을 무한정 음향의 전송에 할당할 수 없는 실정이기 때문에 제한된 용량의 전송로를 통하여 보다 많은 정보를 전송하기 위해서는 정보를 압축, 부호화하는 기술[7]이 중요하다. 현재의 상황에 있어서 다른 신호매체에 비하여 음향신호의 정보용량이 상대적으로 작으나 할당된 용량에 가능한 한 많은 정보를 전송하기 위한 압축기술이 활발히 진행되고 있다. 그러나, 실감통신의 구현을 위해서는 음향신호의 시간정보보다는 공간정보를 충실히 전송하기 위한 다채널 음향신호의 전송이 불가피하므로 현재보다 광대역의 정보용량이 필요하게 된다. 이러한 상황을 고려하여 볼 때, 음향정보의 압축이나 부호화 기술은 앞으로 더욱 중요한 기술로 부각될 것이며, 인간의 대화나 청취에 대한 음향심리까지 반영된, 즉, HI 구조를 이용한 음향신호의 압축, 부호화 기술이 궁극적으로 전개될 것이다. 이상과 같은 음향신호의 시간정보처리 기술은 지금까지 꾸준히 연구되어 온 기술을 바탕으로 HI 기술이 주목될 수 있는 방향을 찾아 앞으로 많은 연구가 요청되고 있다.

3.2 공간정보처리

실감 음향통신은 음향신호의 시간정보뿐만 아니라 공간정보를 처리하고, 인공적으로 창출함으로써 원거리 통신자들 사이에 가상적 공유공간의 음향환경을 만들어 주어 명료성을 향상시키고, 현장감을 부여하는 것이다. 이를 위해서는 음향신호의 잡음 및 실내 반향신호의 제거, 부호화, 지향성 제어 등의 시간정보처리 이외에 잔향제어, 음원위치 추적, 음상정위, 음장합성, 3차원 처리, 그리고 가상 음향신호의 합성기술 등이 필요하다. 또한, 실감 음향통신 기술 자체가 인간의 청각특성에 기인한 심리적 요인을 대

상으로 하기때문에 청각특성의 분석 기술이나 음향 심리 기술 등도 필요하게 된다.

음원의 방향을 식별하기 위한 기술은 다수의 음향 센서를 이용하여 음을 수음하고, 수음된 음향신호로부터 마이크로폰의 지향성, 음의 도달시간차 등 음원의 방향에 따른 고유한 특성차를 이용하는 방법을 기본원리로 하고 있지만 인간의 청각이 갖고 있는 방향 식별 능력을 분석하여 응용함으로써 보다 효율적인 방향식별이 가능해 질 수 있다. 음원의 방향식별 방법으로는 직선상 혹은 원상에 마이크로폰을 배열하고, 각 마이크로폰에 입력된 음의 도달시간차와 상관 등을 이용하여 방향을 예측하는 방법이 일반적이라 할 수 있다. 그러나, 이들은 비교적 구현이 쉽지만 대칭점을 가지고 있어 부분적으로는 방향식별이 불가능하다. 이에 대하여 네개의 마이크로폰을 사용하여 세계는 한 평면상에 놓고, 다른 하나는 보다 위에 들으므로 대칭점이 생기지 않도록 배치하는 방법이 발표되었다. 또한, 더미헤드를 사용하여 머리전달함수, 두귀 사이의 상호상관 등을 분석함으로써 음의 도래방향을 예측하려는 연구도 계속 진행되고 있다 [9][10][11].

방향별 음원의 검출은 방향식별에 의해 식별된 음원들의 방향에 따른 특성 및 상호간의 관계를 이용하여 다른 방향의 신호와 분리하는 기술로서 각 방향별로 단일 지향성을 가지는 마이크로폰을 배열한 것과 같은 원리를 이용한다. 음원의 방향식별 및 방향별 음원의 검출은 송신측에서 음원 및 음원의 위치정보를 분석해 내는 것이라고 할 수 있다. 그러나, 3차원 음향을 재구성하기 위한 음향정보는 이외에도 음원의 종류, 상태, 음장의 특성, 다른 감각의 협조에 의한 정보 등 많은 정보의 분석이 필요하다.

음상정위 기술은 전송되어 온 음향정보를 이용하여 송신측의 음원방향을 수신측에 똑같이 배치하기 위하여 각 방향에서 음이 발생될 수 있도록 제어하는 것이다. 이 기술은 머리 전달함수를 이용하여 청취자의 위치에서 음원방향의 음상이 재생되도록 하는 방식과 다수의 스피커를 이용하여 음원의 방향에서 음이 발생될 수 있도록 하는 방식이 현재 일반적으로 사용되고 있다. 이밖에도 음원의 위치는 거리의 지각이 가능하도록 하는 것이 바람직한데, 이를 위해서는 거리에 따른 음의 감쇠특성, 청각의 특성 등을 고려하여 거리감을 나타내는 연구도 진행되어야 한다.

실감있는 음향신호를 재생하기 위한 연구의 역사

는 매우 오래되었지만, 실제적인 결과는 1930년대에 미국의 Bell 연구소에서 연구한 Stereophonic sound (일명 stereo라고 함)라고 할 수 있다. stereo는 다수의 마이크로폰을 이용하여 수음환경의 공간특성을 녹음한후 다수의 라우드 스피커를 이용하여 재생공간에서 음상(phantom image of sound)을 감지하도록 하는 방법이다. 그러나, stereo 방식은 좌우의 음량과 위상/시간차의 제어에 의해 좌우 방향의 정위를 실현하기 때문에 아주 자연스러운 수청효과를 얻기에는 문제가 있다. 이것은 실제로 인간이 음을 지각하기 위해 수청자 자신의 머리와 귀에 의한 음파의 회절현상을 이용하고 있는 현상을 배제하였기 때문이다. 그럼에도 불구하고 실감 음향통신에서 추구하는 입체음향의 효과를 어느 정도 얻을 수 있었기 때문에 입체음향은 스테레오 시스템으로 부터 확장되어 서라운드, Binaural, Audio window 시스템으로 확장되었다고 할 수 있다.

즉, 실제 인간이 청각을 통하여 임의의 장소에서 음을 들을 때, 도래한 음에 대해 그 방향성을 느낄 수 있는 것을 이용하여 다른 장소에서도 실제 장소에서의 고막에 전달되는 음압을 그대로 전달하여 주변, 실제장소에서의 입체감을 그대로 느낄 수 있다는 원리를 이용하여 개발된 것이 binaural(또는 transaural) 시스템이다[11]. 이 시스템은 전화망 설계의 기준통화계인 OTS(Ortho-Telephonic System)의 개념을 스테레오 개념으로 확장한 OSS(Ortho-Stereophonic System)으로서 마네킹의 고막 위치에 마이크로폰을 장착한 장비(더미헤드의 마이크로폰)를 사용하여 수음하고, 헤드폰이나 스피커를 사용하여 재생시켜 수청자를 수음환경으로 유도시키는 기능을 가지며, 그림 3과 같은 구성을 갖는다.

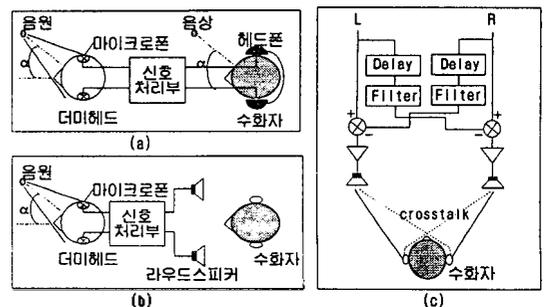


그림 3. Binaural 시스템 : (a) 헤드폰 재생, (b) 라우드 스피커 재생, (c) 역 필터링 처리

이들 시스템은 재생시 헤드폰의 재생특성이나 스피커의 재생특성, 스피커와 청취자 사이의 음향특성에 의하여 발생하는 왜곡과 누화를 보정하기 위하여, 역필터링 처리를 하여야 하지만 기본적으로 정확히 재생되는 위치가 한점뿐이며, 헤드폰을 이용한 시스템 이외에는 응용이 제대로 되고 있지 않은 상태이다. 최근에는 다수의 스피커와 센서로서 유효 재생범위를 넓히려는 연구가 진행되고 있다. 그 이유는 헤드폰을 이용한 binaural 시스템이 공간성이나 분위기를 잘 전송하여 주지만 더미헤드의 정면이나 후면의 음상정위가 불안정하며, 재생시 머리의 움직임이 음원의 움직임으로 나타나 확장이나 응용에 어려운 점이 있기 때문이다. 따라서, 이 시스템에 수청자의 머리전달함수(HRTF: Head Related Transfer Function)를 도입하거나 헤드폰 대신에 라운드 스피커를 사용하는 binaural 시스템(일명 transaural 이라고 함)에 대한 연구가 수행되었다. 머리전달함수를 이용한 binaural 시스템은 머리전달함수의 특성이 사람마다 다르고, 실현상의 기술적 배경이 복잡한 문제점을 가지고 있으나 수음환경의 음상정위 및 현장감을 기존의 방식보다 우수하게 표현할 수 있기 때문에 실감 음향신호처리에 가장 적합한 방법으로 많이 사용되고 있다.

Binaural 시스템을 실제로 통신에 응용한 것으로 오디오 윈도우(audio window)가 있다. 이 시스템 [13]은 그림 4와 같이 컴퓨터 터미날을 이용한 다자간 회의 시스템에 3차원적인 오디오를 응용한 것으로서, 회의 참석자들의 음성의 상대적인 위치를 컴퓨터 상의 아이콘을 조작함으로써 주위에 3차원적으로 분리하여 배치되도록 헤드폰을 재생하는 것이다. 이로써 서로 멀리 떨어져 있는 회의 참석자들에게 마치 한 방에 있는 것 같은 가상적인 회의환경을 제공하여 자연스러운 회의 분위기를 제공하는 것이다. 이러한 binaural 시스템들이 더욱 정확한 입체음향을 제공하기 위해서 앞으로 해결해야 할 문제점들은 1) 머리전달함수의 개인차 보상, 2) 머리 움직임에 대한 동적인 보상, 3) 음향환경의 특성 변동에 대한 동적인 보상, 4) 영상정보 및 음향정보처리에 의한 실감 음향통신(실감통신)으로의 확장 등이다.

입체음향을 제공하는 binaural 시스템에 대한 연구는 여러 나라에서 오래전부터 꾸준히 진행되고 있으나 국내에서는 이에 대한 연구가 없는 실정이다. 일본에서는 H. Hamada 등에 의해 '80년대 초부터 OSS

및 이를 이용한 binaural 시스템, transaural 시스템 등에 대한 연구가 진행되어 상용화 단계에 이르고 있으며, M. Cohen은 이를 이용한 오디오 윈도우 시스템 및 현장감있는 원격회의 시스템을 개발하고 있다. 미국에서는 M. Burkhard 등이 TV에 적용할 수 있는 binaural sound 시스템을 개발하였으며, D. H. Cooper 등은 transaural 시스템을 이용한 음상합성 방법을 연구하고 있다. 독일에서는 H. W. Gierlich가 binaural 기술을 이용한 다양한 분야의 응용기술들을, 네덜란드의 Berkbout 등은 음상합성 기술을, 덴마크의 H. Moller는 HRTF의 DB작성 및 Binaural 시스템의 개발을 연구하고 있다.

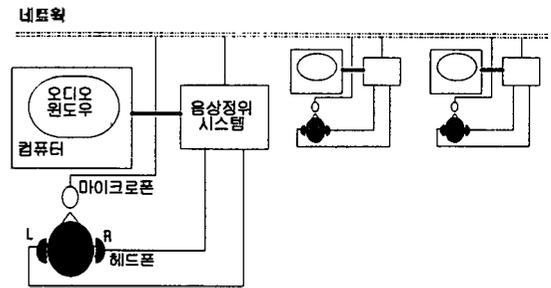


그림 4. 오디오 윈도우 시스템의 블록 구성도

IV. 맺는말

전기통신이나 정보통신 기술에 있어서 HI의 연구는 광범위한 학문분야를 기본으로 한, 폭넓은 응용분야를 가지는 연구로서 큰 발전이 기대되고 있다. HI 기술은 지금까지 주로 연구되어온 HMI 기술에서 HHI 기술로 발전되고, 향후에는 HSI (Human-Social Interface) 기술로 까지 발전될 것으로 기대된다. 이것은 앞으로의 통신 서비스들이 사용하기 쉽고, 편리하고, 즐겁고, 안전한 사용자 인터페이스를 제공해야 하고, 사용자의 관점이나 사용환경의 관점에서 개발되어야 한다는 것을 의미한다. 이를 위해서 HI 기술은 human factor를 고려한 인지과학이나 사회과학 등을 접목한 연구는 물론 bottom-up 접근방식과 top-down 접근 방식이 혼합된 연구가 전개되어야 할 것이다.

한편, 통신과 컴퓨터 기술의 급속한 발전에 힘입어 최근 활발한 연구가 진행되고 있는 멀티미디어(multi-media) 및 가상현실(virtual reality) 기술에 있어서

청각특성을 부여하는 음향신호가 차지하는 비중은 매우 클 것으로 판단된다. 특히, 휴먼인터페이스 기술을 부여한 서비스 기술이 부각되어 생동감 있는 현장감을 표현하거나 분리공간을 공유하기 위한 연구가 활성화되고 있음을 주지할 때 더욱 그 필요성을 느끼게 된다.

그러나, 실감통신의 관점에서 볼 때 인간의 청각 특성만을 고려한 음향정보처리 기술만으로는 인간이 실제의 생활에서 느끼는 정도의 실감을 표현하기가 어렵다. 이것은 인간이 지니고 있는 감각을 모두 고려한 실감처리 기술이 필요하지만 현재의 기술로서는 어려운 점이 많이 있고, 시각과 청각이 실감을 느끼는 주된 요인이기 때문에 시각과 청각만을 이용한 기술 개발이 실감처리의 핵심기술로 사용될 것이다. 이때문에 실감 음향통신 기술은 독립적으로, 또는 다른 매체(예를들면, 영상이나 화상 등)와 접목되어 응용될 것이고, 원격 오디오회의나 화상회의 시스템, 고화질 TV(HDTV), 교육용 프로그램, 전자오락, 음향기기, 그리고 가상현실 등에 생동감있고, 현장감 있는 음향환경을 제공할 것이다. 앞으로, 음향정보처리 기술이 음향기기와 같은 독립된 서비스 기능 이외에 컴퓨터와 통신기술에 융합된 새로운 서비스 기술로 개발되어 고품질의 현장감있는 통신 서비스가 제공되고, 이에 대한 연구가 확산되기를 바란다.

참 고 문 헌

1. K. Tsukada, "For Better Human Interface Technologies," NTT R&D, Vol.39, No.2, 1990.
 2. M. Kosugi, I. Yoroizawa, K. Watanabe, "Human Information Processing and The Human Interface Architecture," NTT R&D, Vol.39, No.2, 1990.
 3. N. D. Kenyon and C. Nightingale, *Audiovisual Telecommunications*, Chapman & Hall, 1992.
 4. 島田正治, "通信網における 信號處理技術の 展開," 日本音響學會誌, 47卷, 7號, 1991.
 5. M. Touyama, N. Koizumi, "Speech Information and Acoustic Signal Processing Technology," NTT R&D, Vol.41, No.11, 1992.
 6. H. Okiawa, N. Koizumi, and S. Makino, "Audio Teleconferencing Set with Multi-path Echo Canceled," Review of ECL, Vol.36, No.2, 1988.
 7. M. Nakamoto and I. Tanaka, "NEC Telecommunication System," CommunicAcia 81 Conference, Dec. 1981.
 8. Hirofumi Nakai, Mitosi. S. "A three-dimensional sound reproduction method for 2-channel loudspeaker," EA91-22.
 9. S. J. Orfield, "The Acoustics of Teleconferencing," *Sound & Communication* Feb. 1988.
 10. S. Aoki and K. Matsumoto, "Stereo Reproduction Method for Teleconferencing," *Active Control of Sound and Vibration*, Apr. 1991.
 11. Hareo Hamada, "Construction of Orthostereophonic System for the purpose of quasi-insitu recording and reproduction," *The Acoustic Society of Japan*, Vol.39, No.5, 1983.
 12. Kaoru Okabe, "Sound field reproduction by using dummy head microphones," *日本音響學會誌*, 46卷 8號, 1990.
 13. 小泉直夫, "パ・チャル,リアリティと 音響技術," *日本音響學會誌*, 49卷 7號, 1993.
- ▲홍진우(Jinwoo Hong) 1959년 4월 15일생
1982년 2월 : 광운대학교 응용전자공학과 졸업(공학사)
1984년 2월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
1990년 3월~1993년 8월 : 광운대학교 대학원 전자계산기공학과 졸업(공학박사)
1984년 3월~현재 : 한국전자통신연구소 선임연구원
- ▲강성훈(Seonghoon Kang)
제 11권 2호 참조
현재 : 한국전자통신연구소 음향정보처리 연구실장