

ばわかる。彼らが描いている遮蔽のプロセスというのはじつに微妙である。ほんの少しでも描きそこなえばモグラは地中に入らずに、ただ地面の上で消えてしまったように見える。いくら脳が「補完」しようとしても、できないことがあることをアニメータならよく知っている。

マルチモーダルという言葉をよく聞く。その由来を筆者は知らないが、ただ感覚を連合すればいいわけではあるまい。マルチの時代にはVRの表現が本稿で述べた「超モーダル」と「無モーダル」、「共通感覚」と「遮蔽」、このふたつのアモーダルの意味を探るのだろう。

◆五感情報通信への期待

土井美和子

㈱東芝

20世紀のヒューマンインタフェースは人間と機械、あるいはコンピュータの間で使えるメディアを増やす方向で発展してきた。キーボード（1866年にタイプライタが発明）、音声（1876年の電話機の発明）、画像（1888年カメラ発明）、動画（1925年TV）、複写式電子写真（1938年）、対話型図形処理（1963年Sketchpad）、マウス（1967年）、HMD（1968年）、CCD（1969年）、Artificial Reality（1983年）、Virtual Reality（1989年）、DataGlove（1989年）、CAVE（1992年）など。マウスによるポインティングはGUI（Graphical User Interface）となり、広く普及した。GUIでは、人間はディスプレイの前に座っていることが前提となっている。一方、21世紀のネットワークとモバイル機器を利用したコミュニケーションでは、GUIとは違って、対話距離が不定になってきている。人間にとって直感的で安心できるコミュニケーションの実現にむけ、種々のセンサや呈示方法での五感情報を活用することを再考すべき時にきている。PHANTOMなどに代表される触覚表示。さらにFrance Telecomの匂いを使ったインタフェースなどがでてきているのはその表れではないか。

五感情報通信で対象となるコミュニケーションとしては、遠方からでもいつでも臨場感いっぱいの体験ができる実体験コミュニケーションと、家族や友人の間でその存在感を伝え、安心感を与える思いやりコミュニケーションの2つが考えられる。実体験コミュニケーションでは、従来の高臨場感で扱われていた視聴覚情報では伝達しき

れなかった部分を、触覚や嗅覚、あるいは味覚で補えることができないか。医学生が名医の外科手術を、五感情報データベースから呼び出し、両眼立体視で患部を立体的に見るだけでなく、その患部に触って、粘膜の柔らかさ、神経の堅さなどを実感しながら、名医の手術を追体験できないか。実体験コミュニケーションは、五感により体験を共有することで、対話の距離感を感じさせなくする技術である。感性の世界を五感情報として蓄積し、体験することで、創造性を刺激する新たな教育分野、サービス分野の開拓を期待したい。

テロや狂牛病など、家族や友人の安否が気になる世情である。GPSなどで単に相手がどこにいるかだけでなく、元気になっていることを相手の邪魔をせず、かつ監視でなく、知りたいの思いやりコミュニケーションである。視聴覚と体性感覚を統合し、まさに雰囲気で存在感を伝えあうことは、ブロードバンド時代には、夢ではない。思いやりコミュニケーションは、五感により、相手との居場所、状況を伝え、対話の距離を保たせるものである。

実体験コミュニケーションにしても、思いやりコミュニケーションにしても、五感情報通信では、視覚、聴覚（体性感覚を含む）、触覚、嗅覚、味覚のそれぞれの情報の持ち味（情報量、情報の瞬時性、情報の継続性など）を生かしながら、協調することで、新しいデバイス、通信方法、アプリケーション、サービスが生まれ出されることを期待したい。

◆五感情報通信への期待

阪田史郎

NECインターネットシステム研究所

人間は、五感（視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚）に代表されるすべての感覚のモダリティによる感覚体験の中で、日常生活を営んでいる。五感情報通信は、離れた場所にいる相手方の状況を忠実に再現し臨場感を伝達することによって、自然なコミュニケーションを実現し、遠隔地の他人と感覚体験を共有することを可能にする。医療・福祉、体験型遠隔教育・訓練、仮想旅行などのエンターテインメント、ロボットによる危険作業等の広範な分野への適用が期待される。

(1) 五感情報通信とマルチメディア

通信の視点から見ると、視覚と聴覚については、19世紀後半の電話、20世紀半ばから普及し始めたラジオとテレビに始まり、1980年代以降のデジタル技術の進展によって動画や音の符号化、伝達、蓄積、加工、再生・再現などの一連の処理が可能となり、マルチメディア通信時代へと突入した。さらに、21世紀に入り、急速なネットワークのブロードバンド化により、動画や音を含むマルチメディア情報の高品質で臨場感ある伝達を可能にしつつある。2000年12月に開始されたBSデジタルのハイビジョン放送では、20Mbps/sec (Mは 10^6) 強の帯域を使った高品質なデジタル映像放送が現実のものとなった。

しかし、今や世界共通の情報通信インフラとなっているインターネットは、ベストエフォートが基本であり、通信品質の保証が必ずしも容易に実現できるわけではない。人間にとって、動画や音の違和感のないコミュニケーションには、100msec以下の伝送遅延に抑える必要があるが、遅延以外にもジッタ(遅延のばらつき)やパケット損失率は、画質や音質に影響を与える。このような品質(Quality of Service)制御の研究は残された重要課題の一つである。

1990年代初頭には3D-CGとともに触覚・力覚の処理を取込んだVRの研究が本格化し始めた。私自身もマルチメディア会議システムの研究の一環として、1990年代初頭にはデータグローブを装着した遠隔地間の複数人による構造物共同設計システムの試作も行った。微妙な肌触りや繊細なタッチをリアルタイムに伝えるにはGbps/sec (Gは 10^9)以上の通信速度が必要だが、3次元の固形物を変形、切断、回転、移動するような操作に対しては、数十Mbpsの通信でも、ある程度の円滑な遠隔共同設計が可能との評価結果も得られた。その後の光通信技術の急速な進歩により、技術的には一般家庭においても2005年頃にGbpsオーダの通信の開始が可能の状況にある。

このように、情報通信については、視覚と聴覚がQoS制御を除きほぼ成熟に近づきつつあり、触覚がVR技術の進展により臨場感伝達の第3のメディアとして重要な位置づけになろうとしている状況と言える。圧力、方位、速度などの触覚・力覚のセンシング、3次元空間での様々な振舞いのシミュレーション、平衡感覚、皮膚感覚、深部感覚などの感覚器官への刺激等のVR技術に対する期待は高い。

一方、味覚と嗅覚は、通信に関しては未開拓の状態

ある。味と匂いを遠く離れた地点間で通信するには、原理的には、①送り側で味覚と嗅覚に関する化学反応をセンス・分析し、②分析に基づいて符号化(ビット列で表現)して伝達し、③受け側で符号化情報から送り側で発生したものと同一化学反応を生成させる必要がある。私自身、生体、化学の専門家ではないので一方的な見方になるが、この①、②、③の実現はいずれも、現在の技術では極めて難しい状況にあり、微妙な味加減や香りの伝達は未だ夢の域を出ていないと思われる。情報通信の基本技術となるプロトコルも、視覚、聴覚、触覚では扱う必要がなかったような問題(化学反応に関係する気温、湿度、空気の流れのような状況情報の伝達など)が新たに発生する可能性があり、研究としても興味深い。

また、味覚と嗅覚が化学反応によるということは、生理的・心理的な側面が入り込むことを意味する。このため、他の感覚情報に比べて個人の好き嫌いという主観的要素も伴い、その扱いを一層難しくする面がある。最近、食物や花、香水などの名前を利用者が指定すると、それに応じて利用者(受信者)側でその匂いを放出するサービスも発表されている。このサービスは利用者からの指示で一方的に匂いを放出するもので、化学反応のセンシングやそれに基づいて符号化するという機能はなく、通信とは言えない。しかし、化学反応の通信(センス・分析、符号化・伝達、再生成)は、例えば有毒な物質や気体をはるか遠隔地からも検知し得る可能性をもっており、2001年9月に発生した同時多発テロ以降、社会不安を引起している事件や事故の未然防止にも役立ち得ると思われる。

マルチメディアが盛んに使われ始めた1990年代初頭においては、まず視覚と聴覚、次の段階で触覚という3つの感覚が研究対象となった。しかし、上記のように人間本来の感覚体験は、3つの感覚に留まらずあらゆる感覚(マルチモダリティ)を扱うものであり、今後の味覚、嗅覚の通信に関する研究の進展が望まれる。また、個々の感覚に関する情報通信は、障害者に対して障害となっている感覚を他の感覚で補完することによって少しでも感覚体験に近づけるという役割を果たし、バリアフリーの実現、アクセシビリティの向上にも貢献し得る。

(2) 五感情報統合通信から知の共有へ

人間の感覚体験は、個々の感覚モダリティ毎の感覚体験が脳機能によって単に寄せ集められるものではないことが知られている。一つの刺激は、複数の感覚器官に同時

に作用し、その間の相互作用、多方向への伝播、統合化によって新たな体内刺激を生出し、体験全体の形成につながっていくと言われている。適切な例かどうか分らないが、おいしそうな食物を見ただけで食欲をそそられるのもこうした相互作用の短絡的な例かもしれない。上記の匂い放出サービスも、この匂いが受信者の情動に訴え、視覚や聴覚のリアリティが増すのであれば、マルチモーダル通信における補助手段として大きな意味を持ち得る。また、医療において、傷病に伴う統合化された感覚を患者から医者に正確に伝えることができると、医者は適切な診断と処置を施すことが可能となる。

このため五感情報通信においては、個々の感覚に閉じた情報通信の研究だけではなく、感覚間の相互作用、同期・統合化についての研究も重要である。この五感情報統合通信では、個別の感覚情報の通信に比べ、人間による情報処理機構全体の解明に向け、一層生理学・心理学、医学、認知科学などの知見を導入することが必要となる。

マルチメディアは、それまでの文字通信に動画、音の通信が加わるという、視覚と聴覚に訴える感性情報の通信から出発し、五感情報通信はその究極の姿と言える。一方、用語としてのマルチメディアが廃れた1990年代末

に登場したのがIT (Information Technologies。官庁機関では情報通信技術と訳される) である。

ITは、概念的にはマルチメディアを含み、さらにInformationのもつ知的な側面の支援をも対象とする。知的といえ、マルチメディアの前の1980年代にブームとなったAIを連想させ、その効用を疑問視する向きもあると思われるが、いずれにせよITの目指す一つの姿は‘知’の共有と言われている。粗い分け方をすれば、五感情報(統合)通信は感性情報という非言語情報のコミュニケーション、知の共有ではさらに言語コミュニケーション(言語理解)の要素が加わる。言語コミュニケーションにおけるInformationとしては数値データのような情報の断片から知識、ノウハウ、知恵といった抽象的な無形資産(記憶、学習、理解、思考などの様々な脳高次機能にも関連)が含まれ、これらが感性情報と刺激しあうことにより、五感情報(統合)通信による感覚体験の共有が一層高次で全人格的なものになると考えられる。

究極のITの目指すところは、この知性、感性の両面をその間の相互作用も含め総合的に共有することを可能にすることであろう。VRの研究が、五感情報通信からその統合通信を超えて、知の共有を支援する境地へと導く牽引力の一つになることを期待したい。