

5-3 多感覚インタラクション技術とシステム応用

5-3 Multi-Sensory Interaction Technology and its System Application

安藤広志 Juan Liu Dong Wook Kim
ANDO Hiroshi, Juan Liu, and Dong Wook Kim

要旨

本稿では、NICTで開発している多感覚インタラクション技術について述べる。まず、多感覚インタラクション技術の狙いと多感覚インタラクションシステムの全体構成を概説する。次に、立体映像、感触、接触音、香りの取得・提示技術とともに、これらの多感覚情報を統合して人に違和感なく提示するインタラクション技術について述べる。さらに、これまでに制作してきた多感覚コンテンツについて概説するとともに、多感覚技術の今後の課題と将来のシステム応用について議論する。

This paper describes multi-sensory interaction technology developed in NICT. First, we describe the aim of multi-sensory technology and the overview of the multi-sensory interaction system. Second, we describe the methods for extraction and display of 3D images, haptic information, contact sounds and aroma, and the interaction techniques that can naturally provide the integrated sensory information to humans. Finally, the multi-sensory contents that we have produced are explained, and future issues and system applications of the multi-sensory technology are discussed.

[キーワード]

多感覚統合, 立体映像, 接触音, 感触, 香り

Multi-sensory integration, 3D image, Contact sound, Haptic information, Aroma

1 まえがき

私たちは、視覚、聴覚、体性感覚(触覚)、嗅覚、味覚といった感覚器官を通して、外界の様々な情報を得ている。また、これらの情報を受動的に得ているだけでなく、手で物を操作するなど、外界に能動的に働きかけることで、インタラクティブに必要な感覚情報を取得している。従来のほとんどの情報通信技術は、文字・音声・映像が中心であり、体性感覚や嗅覚、味覚といった情報を伝えることはできず、提示された感覚情報に能動的に働きかけることもできなかった。多感覚インタラクション技術は、これまでの情報通信の限界に挑み、実世界でのコミュニケーションと同様に、多感覚情報による自然でリアルな情報通信を可能にする技術と言える。

本稿では、まず**2**で多感覚インタラクション

技術の狙い、全体構成、および映像・感触・音・香りの各感覚情報の提示技術について述べる。次に、**3**でこれまでに開発してきた多感覚情報のコンテンツ制作技術について概説する。さらに、**4**で多感覚インタラクション技術の今後の課題と将来の応用について議論する。最後に、**5**で本稿をまとめる。

2 多感覚インタラクション技術の概要

2.1 狙いと全体構成

筆者らの研究グループで開発している多感覚技術の狙いは、1)多感覚情報の統合、2)実データの利用、3)自然なインタラクションに集約される。まず、多感覚情報として、立体映像、音響、感触、香りの情報を統合して提示する。即ち、ユー

ザは手元に浮かび上がる物体の立体映像に触れてその感触(硬軟やざらつき等)を確かめ、触れた時の接触音から物の存在や材質を感じ取り、時として香りを感じることが可能になる。これらの多感覚情報は、CG(コンピュータ・グラフィックス)のように任意の情報をユーザが作り出すこともできるが、より実在感のある情報を提示するために、実物体のデータを取得し再現する。現状、香りを含む全ての実データを取得することは困難ではあるが、実物体の3次元構造、表面テクスチャとともに接触音を取得することができる。レーザ計測による構造データと表面テクスチャの撮像データは1つの立体モデルとして統合するとともに、接触音を解析し基本となる音パラメータを抽出し、音モデルを構築する。

取得・構築した実物体の立体・音モデルに対して自然なインタラクションを可能にするため、多感覚インタラクションシステムを構築した(図1)。これは、2眼の立体映像提示装置、力覚提示装置、スピーカ(またはヘッドホン)、および香り噴射装置から構成されており、物体の立体映像に力覚提示装置を用いて触れると、接触音と感触(硬軟感・ざらつき感)がユーザに違和感なく実時間で伝わりとともに、仮想の立体物を移動・変形させることもできる。また、必要に応じて香りが任意の時間、提示される。各感覚情報の提示技術について、以下に概説する。

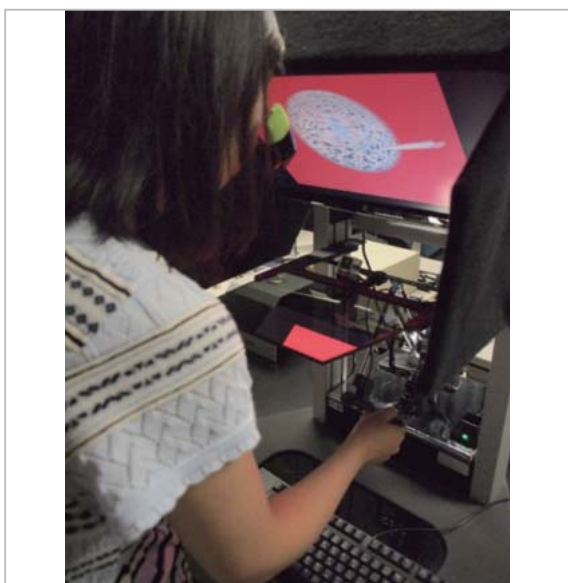


図1 多感覚インタラクションシステム

2.2 立体映像と感触の生成

物体の映像は、ディスプレイに右眼用と左眼用の映像を高速に切り替えて表示する。この映像をハーフミラーで反射させ、シャッター式的眼鏡を通して観察することで、ユーザはあたかも立体物が手元にあるかのごとく感じることができる。感触の提示は、力覚提示装置(Phantom Premium 1.5)を用いる。ユーザは、この装置のスタイラス(ペン)を手を持って仮想の立体物に触れると、その硬さ・柔らかさや表面の凹凸をスタイラスから感じ取ることができる。これは、力覚提示装置の位置センサがスタイラスの先端と仮想物体との接触を検出し、装置内部のモータが適切な反力を返すことで実現される。

物体の構造データはCGで作成するか、実物体をレーザデジタイザで計測することにより取得する。実データの場合、表面の3次元構造の取得だけでなく、物体を多視点から撮像し、テクスチャ画像として物体表面に貼り付ける。感触は、表面の剛性・摩擦係数等を設定することで生成する。これらの感触パラメータは、現時点ではReachin APIを用いて設定しており実測はしていない。また、物体の3次元映像と感触を3次元空間で一致させるために、物体映像の3軸方向の拡大縮小・移動・回転、およびスタイラス画像の回転を施し、手で持った実際のスタイラスと仮想のスタイラスを視認で合致させるキャリブレーション作業を行なう。

2.3 接触音の生成

通常、物体に触れると、その材質(金属・木・樹脂等)に特有の接触音が発生する。仮想物体に触れた時も接触音が発生されると物体の実在感が高まると考えられるが、物体に触れた時の収録音をそのまま再生するだけではリアリティに乏しい。自然でリアリティのある音を感じさせるには、ユーザの触る位置の表面特性に応じて異なる接触音を生成し、触る強さに応じて異なる大きさの接触音を生成する必要がある。さらに、触り方(叩く・擦る・留める等)に応じて適切な接触音を滑らかかつ実時間で生成する必要がある。筆者らは、ユーザの手動作に合わせて自然な接触音を生成するために、モード合成法に基づく接触音生成手法を開発した[1]。この手法は、まず物体固有の

振動構造を多数の正弦波モードとして表現し、その周波数・減衰係数・振幅により振動体の特性(音モデル)を記述する。音モデルの構築は、無響室で実際に物体に触れて接触音を取得したのち、離散フーリエ変換により数十～百個程度の周波数モードを選択し、最小自乗法により各モードの周波数・減衰係数・振幅パラメータを推定する。仮想物体に触れた時の接触音は、その動作(接触位置・強さ・触り方)における接触の状態(反力の法線・接面成分・接触時間)を実測し、その接触情報と予め構築しておいた各音モデルのインパルス応答との畳み込み積分によりリアルタイムで合成する。また、ユーザに違和感なく音を提示するため、叩き音と擦り音の線形和推定により滑らかな音遷移を実現する。

2.4 香りの提示

香りの提示は対象物の実在感を高めるだけでなく、その場の情感を伝えるのに役立つ。実際、嗅覚情報は快・不快といった情動との結びつきが強く、香料は飲食物に使われるだけでなく、心地よさを与えるために化粧品・洗剤・整髪剤等に付与されたり、アロマセラピーとして利用されたりしている。筆者らは、映像・音・感触に加えて香りの提示を行なうことで新しい多感覚情報提示の可能性を探ってきた。

香りが他の感覚情報の提示技術と異なるのは、時空間制御の難しさにある。香りは化学物質を直接鼻に届ける必要がある。一般に、香り物質をそのまま提示すると四方八方に拡散してしまい、鼻に提示するのが難しいだけでなく、一旦拡散した香りを取り除くためには部屋の空気を入れ替えるか、何らかの方法で消臭する必要がある。また、人は匂いにすぐに順応してしまい、長時間同じ香りを提示しても効果がない。よって、香りを拡散せずにユーザの鼻に必要な時間のみ与えることが理想となる。すなわち、香りを局所空間に一定時間だけ提示する香りの時空間的な制御機能が求められる。また、多種多様な香りを提示するためには、1つの香りを提示するデバイスを出来る限り小型化する必要がある。

このような香りの時空間的制御を可能にする香り提示デバイスとして、筆者らは超小型の香り噴射装置「マイクロ・アロマ・シューター (Micro-

Aroma-Shooter)」を試作した[2][3]。この装置は、1辺が20 mm角の立方体の形状を持ち、極小の穴からユーザの鼻をめがけて特定の香りを任意の時間、噴射できるものである。従来、香り物質を含む液体を噴霧するインクジェット式の装置はあったが、筆者らが試作した装置は香り物質を含む空気を噴射することで、より遠くまで香りを運ぶことが可能になった。また、香り物質を含む空気を遠方に運ぶ装置として香り空気砲が開発されてきたが、空気玉を発射する際、大きな音が発生するという問題があるとともに、同装置を小型化するのも原理的に難しい。これに対し、本装置は超小型でありながら、ほとんど音を発生させず、香りを含む空気を噴射することができる。また、噴射する空気の拡散は極めて小さく、短時間の噴射であれば、ユーザの周囲に香りが残ることはほとんどない。よって、本装置は消臭を必要としない個人用の香り提示装置として適している。

香りは、映像・音・感触と連動して提示することでその効果を発揮する。日常生活においては、ある特定の行為に対して嗅覚情報が他の感覚情報とともに得られることが多い。例えば、バラの花をちぎると柔らかい感触とともに花の香りが拡がる、ほかほかの焼き芋を割るとパリッという音とともに甘い香りがする、レモンをギュッと絞ると飛沫が飛び散り酸っぱい香りがする、熱い缶コーヒーの蓋を空けるとカシャッという音とともに香ばしい香りがする、等である。多感覚インタラクションシステムを用いれば、特定の行為・操作に対応して特定の香り刺激を視覚・聴覚・体性感覚情報とともに提示することが可能であり、日常の多様な状況を再現することができる。



図2 超小型香り噴射装置「マイクロ・アロマ・シューター」

3 多感覚インタラクションのコンテンツ制作

2で述べた多感覚インタラクション技術の効果を実証するには、実際に多感覚のコンテンツを製作・実装し、多くの人に体験してもらう必要がある。そのため、これまで様々な機能を持つ多感覚コンテンツを製作してきた。実際、これらの多感覚コンテンツを多数のイベントに出展し、これまでのべ数万人の方々に体験してもらい好評を博するとともに、国内外の新聞・TV・ネットなどでも数多く報道されてきた。ここでは、これまで制作してきた多感覚コンテンツについて、その概要と狙いについて述べる。

3.1 多感覚コンテンツ(1):「太鼓と鐘」

最初に製作したコンテンツは、「太鼓と鐘」である。このコンテンツは、2007年秋に完成させ、同年のCEATECやNICT研究発表会等において体験デモ展示を行なった。このコンテンツ制作の狙いは、1)実物の太鼓の3次元構造データ・画像データを取得し、適切な立体構造モデルを構築することと、2)叩き音と擦り音を取得し、音モデルの構築と自然な音生成を可能にする制御アルゴリズムを実証することにあった。3次元構造データ・映像の取得は、小型の太鼓をターンテーブルに配置し、レーザデジタイザ(コニカミノルタ製VIVID)を用いて異なる方向から3次元構造とテクスチャ画像を計測・取得し、皮、木、鋳の部分に分けて立体構造モデルを構築した。太鼓の音に関しては、叩き音と擦り音を無響室で収録し、周波数分析を通じて、基本周波数モードを抽出、各モードの振幅と減衰パラメータを算出した。一方、鐘の音に関しては、音色をより効果的に示すために、実物の置物とは異なる鐘の音を分析して基本パラメータを算出した。感触に関しては、表面のざらつき感等はデジタイザで取得した微小な立体構造から再現できるが、皮の弾力は実物の感触と比較しながら弾性パラメータを手動で設定した。

このコンテンツでは、太鼓や鐘の触り方に応じて自然な音を実時間で生成する。すなわち、太鼓の皮の部分を押くと叩いた音が、擦ると擦った音が遅延をほとんど感じさせることなく生成される。また、叩く強さに応じて音の強さも変化する



図3 多感覚コンテンツ「太鼓と鐘」

が、太鼓の皮の真ん中と端では微妙に音が異なる。なお、収録した太鼓は小型のものであったが、ドンという大型の太鼓の音イメージに近づけるため、基本となる周波数を多少低く設定した。太鼓の皮以外にも、太鼓の木や鋳の部分に触れるとその材質に特有の感触と音を生成する機能を実装した。一方、鐘は、太鼓より音の減衰に時間がかかるが、スタイラスを物体表面に留めると音が次第に鳴りやむような機能を実装した。以上のような多様なインタラクションを多くの方々に体験してもらうことにより、本技術が生み出す多感覚情報の自然さとリアリティを実感してもらうことができた。

3.2 多感覚コンテンツ(2):「海獣葡萄鏡」

2つ目のコンテンツは、「海獣葡萄鏡」の再現である[4]。海獣葡萄鏡は高松塚古墳から出土した銅鏡で、国の重要文化財に指定されている。この銅鏡は中国で鑄造され、遣唐使(702-704)により日本に持ち込まれたという説が有力である。鏡の背面に葡萄や唐草紋をめぐらせ、想像上の獣や鳥や虫をちりばめた図案が施されている。海獣葡萄鏡の多感覚コンテンツは、2008年6月に初期バージョンを完成させ、その後も改良を重ねて、同年9月のITU Telecom Asia(タイ・バンコク)および11月の研究発表会で完成版をデモ展示した。その後も、国内外の様々なイベント(2009年4月の米国NAB、同年9月の欧州IBC等)でデモ展示を行なった。

海獣葡萄鏡のコンテンツ制作の主な狙いは、多感覚インタラクション技術の文化財体験・教育への応用を追求し、その効果を実証することにあっ

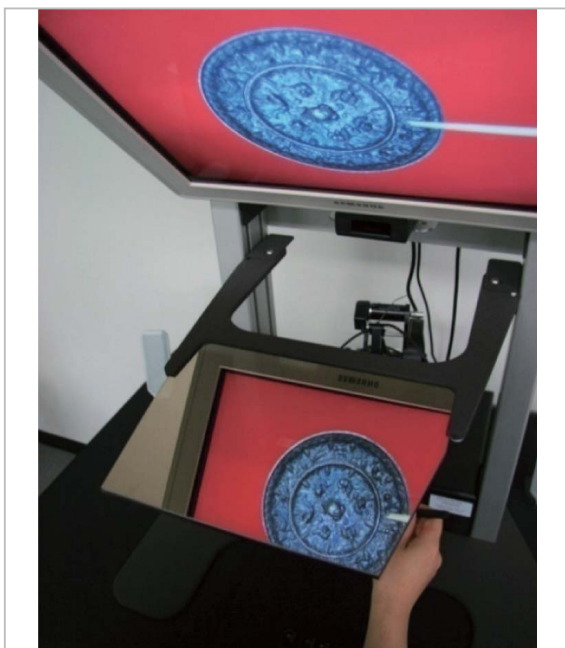


図4 多感覚コンテンツ「海獣葡萄鏡」

た。貴重な文化財に接することは、歴史に対する理解を深め、人々の感性を豊かにし、生活に潤いを与える。しかしながら、貴重な文化財に接するためには、通常、博物館等に出向き、限られた時間内でガラス越しに展示品を見ることになる。それに対し、多感覚インタラクティブ技術を用いれば、あたかも本物の文化財を手にするがごとく、仮想の文化財を多方向から観察し、手に伝わる感触を確かめ、触ったときの音も忠実に体験できる。

海獣葡萄鏡のデータ取得に関しては、現物を収蔵している独立行政法人文化財機構奈良文化財研究所の協力を得た。貴重な現物（飛鳥資料館に収蔵）のデータを取得することは破損等のリスクを伴うため、通常容易ではないが、奈良文化財研究所では、海獣葡萄鏡の精巧な複製品（レプリカ）を製作しており、今回はこの複製品を借りてデータを取得した。この複製品は、現物の大きさ、材質、形状、テクスチャ等を忠実に再現したものである。立体構造・画像の取得には、レーザデジタイザと高解像度のカメラを用いた。音データは、複製品を無響室で軽く叩いて収録し、周波数分析を通じて音モデルを構築した。感触に関しては、取得した微細な立体構造で凹凸感やざらつき感を再現している。材質が青銅であるため弾性は付与していない。

海獣葡萄鏡のコンテンツは、実在感と仮想感の両者の長を生かすことを意図して制作した。実在感に関しては、銅鏡裏面の文様の立体構造、および銅鏡表面の錆びの状態を立体映像と感触で感じる事が可能であり、接触音で金属の硬さや材質感も得られる。また、銅鏡のサイズを拡大することも可能で、表面の微細な質感を体験できる。さらに、スタイラスで銅鏡の端を奥行き方向に押すと銅鏡が回転し、銅鏡の重さを体感することができる。

一方、コンテンツが仮想であることを生かして、現実では起こり得ない状況を創り出すこともできる。海獣葡萄鏡のコンテンツでは、鑄造当時の輝きを再現することを試みた。海獣葡萄鏡の材質は青銅であるが、銅以外に錫も微量含まれている。そのため、鑄造当時は金色の輝きを持っていたとされており、このコンテンツでは、このような光沢を感じさせる表面状態に一瞬にして変換することができる。また、発掘した銅鏡の鏡面は錆びによりざらついているが、鑄造当時は滑らかな鏡面を持ち、磨けば鏡としての機能を持っていたと考えられる。本コンテンツでは、鑄造当時の滑らかな表面を感触で確かめられるとともに、鏡面にユーザの顔を映し出すことができる。鏡面への映り込みは、多感覚インタラクティブシステムのハーフミラーの下部に小型ビデオカメラを仕込んであり、ユーザの顔映像を実時間で仮想の鏡面に取り込むことで達成している。このように、仮想世界に実世界の情報を融合することで、デジタルミュージアムの新しい形態を提示することができた。

3.3 多感覚コンテンツ(3):「風船割り」

3つ目の多感覚コンテンツは、「風船割り」である。このコンテンツは、2009年秋に完成させ、同年11月のけいはんな研究フェアや翌年の北ヤード起工式・イベント等において体験展示を行った[5]。このコンテンツ製作の狙いは、風船の立体感とともに、弾力感の生成と香りの放出を実装する点にある。本コンテンツでは、ユーザが小さな風船にスタイラスで触れると、風船は大きく膨らむ。この風船をスタイラスで押すと弾力を感じ取ることができる。さらに強く押すと、破裂音がして風船が割れ、香りが飛び出す仕組みである。風船の立体構造・画像は、実際の風船をレー

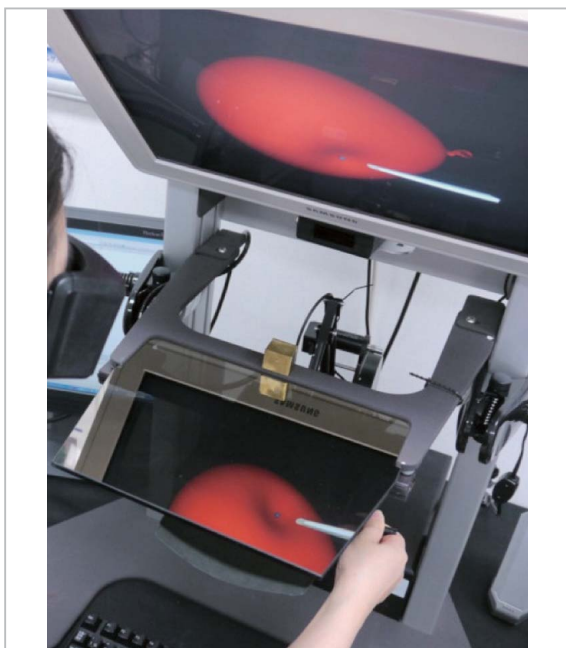


図5 多感覚コンテンツ「風船割り」

ザデジタルで計測して取得し、風船の破裂音は実際の風船を割って収録した。大きさの異なる風船を3個提示し、弾力や破裂音は風船の大きさに合わせて調節した。香りは、前述のマイクロ・アロマ・シューター3個に3種類の香り(バラ・ラベンダー・白檀)を入れ、風船の破裂とともに異なる香りを噴射した。香りの噴出時間は、風船の大きさに合わせて調節した。

この風船割りのコンテンツでは、香りの提示を初めて実装した。マイクロ・アロマ・シューターは香りを拡散させずに鼻に噴射することができる。一般に、頭が自由に動く場合、鼻の位置を検出して香りの提示方向を変化させる必要があるが、この機構の実装にはコストがかかる。我々のシステムでは立体視用メガネで鼻の位置がほぼ固定されるため、香りの噴射方向を変化させる必要はない。このコンテンツでは、手元の風船に自ら操作を加えることで香りを与えるため、従来にはないリアリティを演出することができた。

3.4 多感覚コンテンツ(4):「銀薫爐」

4つ目のコンテンツは、正倉院宝物「銀薫爐(ぎんくんろ)」の再現である。このコンテンツは、2010年に開催された「平城遷都1300年祭」に出展するために制作したコンテンツであり、同年7月



図6 多感覚コンテンツ「銀薫爐」

31日から9月3日まで同イベントの「なりきり体験館」にて一般向けにデモ展示を行なった[6]。銀薫爐は、衣服などに香を焚き込むための銀製の球形香炉で、756年に光明皇后が東大寺に献納した宝物と言われている。表面には唐草文、獅子、鳳凰を配した毛彫り文様が施されており、上下が分割できるようになっている[7]。下半部の内側には半球形の焚香皿が三重の輪を介して取り付けられており、焚香皿は常に水平状態に保たれるように羅針盤構造を有している。多感覚インタラクションのコンテンツ制作では、宮内庁正倉院事務所の協力を得て、銀薫爐の複製品の3次元構造とテクスチャ画像を取得した。この複製品は、2002年に鍛金家の玉川宣夫氏(2010年人間国宝に認定)と金工家の市川正美氏によって製作されたもので、正倉院宝物を忠実に再現した工芸品である。接触音に関しては、この複製品自体、貴重な工芸品であるため、直接それに触れて音を取録することはできなかった。よって、銀製の皿を代用して収録し、その周波数分析をもとに接触音の合成を行なった。

銀薫爐のコンテンツ制作の狙いは、1)表面文様の感触と内部構造の再現、2)香炉の機能としてお香の香りの提示、3)羅針盤機能のシミュレーション体験にあった。これらの狙いを実現するために、まずスタイラスで表面の文様に触れて球形の構造、銀の材質、接触音を体験できるようにした。また、表面を力覚提示装置のスタイラスで奥行き方向に押し回ると次第に上半面が半透明となり、内部の三重の輪構造と皿の上に置いた灰の上部の香木を観察できる。器の回転が止まると、

伽羅を模した香りがマイクロ・アロマ・シューターより噴射される。器の上表面が半透明になるのは現実ではありえないが、仮想の特徴を生かしてこのような機能を取り込んだ。さらに、器を任意の方向に回転させると、三重の輪の動きにより皿が水平に保持される羅針盤機能を実時間で再現することができる。このように、文化財の能動的な体験という新しい手法を実装することにより、多感覚インタラクション技術の将来の展開を示すことができた。

4 今後の課題と将来の応用

多感覚インタラクションに関する今後の課題として、多感覚情報の提示技術、取得技術、通信技術の研究開発を挙げることができる。多感覚情報の「提示」技術に関しては、まず各感覚情報提示の高度化が重要な課題である。映像に関しては、現在のシステムでは、立体視用メガネを必要とする映像提示を行なっているが、将来はより自然な裸眼立体映像への移行が考えられる。特に、視点を動かしても正しい立体構造が知覚されるためには多眼の裸眼立体映像の生成が必要であり、そのためには多数の視点からの映像を実時間でレンダリングできる技術の開発が重要となる。

感触に関しては、現在のシステムでは、スタイラスの先端1点での力覚に限られているが、これらを2点、さらには多点の力覚提示に拡張すべきであろう。例えば、親指と人差し指の2点で力覚が提示できれば、把持感覚を生成でき、物の硬さ・柔らかさを自然に伝えることができる。多点で自然な把持感覚提示を行なうためには、硬さ感覚の生成が重要となる。当研究グループでは人が硬さを感じるための要件を心理物理実験により導出し、これらの要件を満たす把持感覚提示デバイスの試作を行なっている（詳細は、本特集号の5-1を参照[8]）。また、力覚提示の高度化だけでなく、皮膚感覚の提示技術の開発が重要となる。力覚提示デバイスでは、スタイラス等の器具を介して仮想物体に触れるため、硬さ・柔らかさの感触生成には向くものの、物体表面の微小な凹凸や摩擦に起因するざらつき感を指に直接与えるのは困難である。よって、今後は、指先など、皮膚で直接、物に触れることで得られる皮膚感覚を提示

する技術の開発が必要となる。さらに、温冷感覚も含めた材質感の提示技術も求められている。また、音の提示に関しては、物に触れた時の立体音響の再現も課題になる。さらに、香りの提示に関しても、多種類の香りを調香して提示する技術の開発が求められている。

一方、多感覚情報の「取得」技術に関しては、今後、研究開発すべき課題は多い。現在、立体構造・テクスチャ画像の取得手法は十分ではなく、ノイズやデータ欠損の問題とともに、多視点から取得したデータを一体化するためには手作業が必要になることも多く、これらの高精度化・自動化の技術開発が不可欠となる。また、感触情報の取得技術も残されている課題が多い。特に、物体表面の弾性や摩擦係数の取得技術の開発は重要である。さらに、香り情報の取得に関しては、香り情報をどのように符号化するかといった基本的な課題から取り組んでいかねばならない。多感覚情報の通信技術に関しても、情報量の著しい増大で生じる遅延を抑えるための符号化・圧縮・補償技術の開発が求められる。

以上のように、今後の研究課題は数多く存在するが、多感覚情報のインタラクション技術に関しては、人の多感覚認知メカニズムを明らかにし、その知見を積極的に活用して技術開発を進めることが重要である。その理由の1つは、多感覚情報を現実の物と物理的に同等に提示することは今後も困難と考えられ、人に不自然さや違和感を与えないレベルの再現技術の開発が必要だからである。また、もう1つの理由として、人が多感覚情報を統合して外界を認知するメカニズムが分かれば、不必要にデバイスの精度を上げることなく、人に最適化した多感覚情報提示が可能になると考えられる。今後は、多感覚システムの技術開発と人の知覚認知機構の解明の両者を統合して進めていく必要がある。

多感覚インタラクション技術の将来の利用分野は広い。すなわち、応用分野として、1)教育、2)医療、3)製造、4)電子商取引、5)エンタテインメントの各分野を挙げることができる。教育分野に関しては、現在、デジタルミュージアムの研究開発に注目が集まっている。後世に伝えるべき貴重な文化遺産や自然遺産は、これまで博物館等での実物展示や図鑑・動画などの映像提示に限られて

きた。それに対して、多感覚技術を用いれば、感触・音・香りも含めてより豊かな情報をインタラクティブに体験できる。また、科学教育においても、危険を伴わない疑似実験や日常感覚を超えたマイクロ・マクロな体験が可能になり、科学の理解がより深まることが期待される。さらに、技能訓練などに応用すれば、職人的技能の伝承等にも貢献できるものと考えられる。

医療分野においては、研修医に対する手術の訓練や術前の手術シミュレーションへの応用が期待される。また、臓器の立体構造画像をスタイラスで操作しながら高度な医療診断を行なうことが考えられる。特に、心臓外科医からは、手術前に患部の立体映像を詳細に吟味できれば難しい手術に対して極めて有効との指摘を受けている。

製造分野においては、現在、製品のデザイン段階において、CAD/CGによる立体モデルの製作が行なわれているが、映像だけから得られる実在感には必ずしも十分ではない。一方、粘土によるクレイモデルや3次元プリンタを用いた石膏・樹脂等による成形も行なわれているが、実物体の成形には時間や製造コストがかかる。これに対し、多感覚インタラクティブ技術を用いれば、細かな質感を確認しながら製品デザインの修正が実時間で可能になり、遠隔地のデザイナーとも情報を共有しながらの会議も可能になると期待される。

電子商取引の分野においては、現在、インター

ネットによる通信販売が普及しているが、商品情報をネットで十分に伝えられるとは限らない。例えば、商品を手を持ったときのサイズ、手触り、肌触りといった商品の材質感や着心地等は、映像や音声だけで伝えるのは困難である。将来、触覚提示デバイスが安価で作られるようになれば、店に行かなくても家庭でこれらの感触を確かめながらネットショッピングが楽しめるようになるだろう。また、最後に、エンタテインメントの分野においては、現在、身体の動きをセンシングしたインタラクティブなゲームやフィットネス指向のゲームが開発されているが、感触の提示にまでは至っていない。感触を含めた多感覚情報提示が可能になれば、より自然で健康的なエンタテインメントシステムが普及する可能性がある。

5 むすび

本稿では、多感覚インタラクティブ技術として、筆者らが開発してきた立体映像、感触、接触音、香りの取得・提示技術や多感覚情報の統合化技術について概説した。また、これまでに制作してきた多感覚インタラクティブコンテンツの狙いと機能について述べた。今後は、人の多感覚認知メカニズムに即した多感覚技術の高度化を推進し、より豊かなコミュニケーションの実現を目指していきたい。

参考文献

- 1 J. Liu and H. Ando, "Hearing how you touch: Real-time synthesis of contact sounds for multisensory interaction," IEEE Conference on Human System Interaction (HSI 2008), pp. 275-280, 2008.
- 2 安藤広志, "多感覚インタラクティブにおける香り提示の役割と技術," 第11回アロマ・サイエンス・フォーラム (東京), pp. 22-23, 2010.
- 3 D. Kim and H. Ando, "Development of Directional Olfactory Display," VRCAI (Virtual Reality Continuum and its Applications in Industry), ACM SIGGRAPH, Dec. 12, 2010.
- 4 報道発表: 高松塚古墳出土「海獣葡萄鏡」の立体映像, 感触, 音をリアルに再現 ~超臨場感提示技術により貴重な文化財のインタラクティブ展示が可能に~, <http://www2.nict.go.jp/pub/whatsnew/press/h20/080618/080618-2.html> (2008. 6. 18).
- 5 報道発表: 四つの感覚を統合した多感覚インタラクティブシステムの開発に成功 - 3D映像, 音, 感触とともに「香り」もインタラクティブに体験-, <http://www2.nict.go.jp/pub/whatsnew/press/h21/091104/091104.html> (2009. 11. 4).

- 6 報道発表：正倉院宝物「銀薫爐」、高松塚壁画等のバーチャル体験 ～貴重な文化財をバーチャルに五感で体験するデジタルミュージアム～, <http://www2.nict.go.jp/pub/whatsnew/press/h22/100729/100729.html> (2010. 7. 29).
- 7 正倉院紀要第 25 号 (2003. 3).
- 8 中山功一, 安藤広志, “硬さ弁別能力の解明と携帯型力覚デバイスの研究開発.” 情報通信研究機構季報, 本特集号, 5-1, 2010.



あんどうひろし
安藤広志

ユニバーサルメディア研究センター
超臨場感システムグループグループ
リーダー 博士(計算神経科学)
認知脳科学、多感覚認知メカニズム、
多感覚インタフェース



Juan Liu

ユニバーサルメディア研究センター
超臨場感システムグループ専攻研究員
博士(工学)
多感覚認知メカニズム、多感覚イン
タフェース



Dong Wook Kim

ユニバーサルメディア研究センター
超臨場感システムグループ専攻研究員
博士(知識科学)
嗅覚ディスプレイ、感性情報処理、機
能性ゲル合成