

## マルチモーダルヘッドセットを用いたうなずき検出と会話の重要箇所把握

山本 剛<sup>†</sup> 坂根 裕<sup>††</sup> 竹林 洋一<sup>††</sup>

カメラ、マイク、モーションセンサを搭載したマルチモーダルヘッドセットを装着することで、話者が会話中に行う非意図的な「うなずき」動作を検出し、会話中の重要箇所をマルチモーダルセンサデータから知識コンテンツとして抽出するシステムを実装した。本稿では、会話の重要箇所を把握する手段としてのうなずきの有効性を実験を通して述べ、状況や個人差を考慮したうなずきの検出方法とその応用について論じる。

### Nod detection and Retrieval of meaningful communications with a Multimodal headset

GOH YAMAMOTO,<sup>†</sup> YUTAKA SAKANE<sup>††</sup>  
and YOICHI TAKEBAYASHI<sup>††</sup>

We have developed a system which can detect unintended nods of an audience in a conversation, and extract meaningful parts of the conversation as knowledge contents by using a "Multimodal headset" carrying a CCD camera, a microphone and motion sensors. In this paper, we describe effectiveness of nods as a way to comprehend meanings of communications, and discuss methods to detect nods according to situations or a personal equation through experiments.

#### 1. はじめに

日常的な会話の中には雑学や生活の知識、友人と共有することで楽しめる情報など、有益な情報が含まれている。そのような流れてしまいがちな情報を記録する試みがこれまでも多くなされてきた<sup>1)~4)</sup>。しかし、人間同士のインタラクションをアーカイブ化する際に、会話中にある重要箇所の把握を考慮したものはなかった。我々の研究グループでは、会話中の重要箇所を、話し手や聞き手のうなずきや相槌、ジェスチャーなどの情報を用いて会話からコンテンツとして抽出、蓄積し、オンデマンドで閲覧できるような環境の実現を目指している。筆者らはこれまでに、図1に示すようなコピキタス環境におけるウェアラブルコンピュータを着用したコミュニケーションを想定し、コミュニケーショングループを把握する<sup>5)</sup>と共に、マルチモーダルヘッドセットを用いてうなずきを認識し、会話の重要箇所を把握する研究<sup>6)</sup>に取り組んできた。



図1 コピキタスミーティング

これまでの研究では、うなずきを単なる頭の上下の動きとして認識してきたため、うなずきに含まれる意味や意図を測ることができなかった。会話参加者の意図や理解・興味度を知るためには、状況やうなずき方といったうなずきの種類の分類と個人差を考慮すべきである。

本稿ではうなずきの種類の識別と個人差の問題を解決するために、個人差のあるうなずきの検出方法や、うなずき方による意味・意図の違いを識別する方法について述べる。実際の会話中に行ううなずきのセンサデータに個人差やうなずきの種類による違いが見られるかを実験を通して調べ、会話中の重要箇所を把握する手段としてのうなずきの認識が有効

<sup>†</sup> 静岡大学大学院情報学研究所  
Graduate School of Information, Shizuoka University  
<sup>††</sup> 静岡大学情報学部  
Faculty of Information, Shizuoka University

であることを示す。

## 2. 会話中の「うなずき」の役割

### 2.1 一対多の情報発信

うなずきは視覚を利用した、一対多の情報発信手段と言える。話し手が一人で聞き手が大勢という場面を考えると、うなずきを行うのは聞き手の方で、話し手は聞き手のうなずきを、聞き手の頭の動きから認識する。聞き手が視界に入っていれば、頭が動いているかどうかを判断できるため、聞き手それぞれを注視する必要はない。同様の理由から、聞き手の一人がうなずいたという情報は、うなずいた人が視界に入っている人なら誰でも認識できる。すなわち、任意の一人がうなずいたという情報は、同じ会話に参加しているメンバであれば誰もが得ることのできる情報で、うなずいた人物の理解度や興味度などに応じて会話の内容や難しさを調整する指標となる。

同様に視覚で判断するものとして「視線（聞き手がどこを見ているか）」が挙げられる。相手の視線を判断するために目の動きに注目しなければならぬため、うなずきのような一対多の情報発信手段とはならないが、会話参加者の意図や感情を読み取る一つの指標である。また、聴覚で認識する情報である「発言・発声」を考えると、聖徳太子のような人物でない限り、大勢の声を同時に判断することはできないが、会話中の動作と同時に発した発言は、その動作の意味や意図を判断する基準になる。

### 2.2 うなずきに含まれる情報

会話中に行ううなずきには様々な役割があり、それぞれが意味を持っている。それは会話の内容や状況、会話相手との関係に深く関わる。うなずきに含まれる情報について以下に述べる。

#### (1) 話し手の発言の許可

うなずきの大きな役割の一つとして、相槌としてのうなずきが挙げられる。相槌とは話者交代を行わずに話者に対して短い応答を返すもので、発話の一塊（チャンク）ごとに挿入される<sup>7)</sup>。聞き手が話し手の発言に対して相槌を打つことにより、相手の承認欲求を満足させ、より話しやすくさせることができる<sup>8),9)</sup>。逆に相槌を全く打たずに聞き手に徹すると話し手は不安になり、話を続けるべきか打ち切るべきかの判断が難しくなるため、聞き手が話を聞いているかどうかを尋ねたり、発言を止めてしまうこともある。言い換えると、相槌としてのうなずきは聞き手が話し手の発言を許可する行為であると言

える。

すなわち聞き手のうなずきは、会話をスムーズに継続させると共に、会話を盛り上げるための必須要素となっている。また、発言をしている人間＝話し手、うなずきをしている人間＝聞き手といった、会話の構成を知る手段にもなる。

#### (2) 会話内容への興味度

話し手と聞き手の関係、どううなずいたか、その場の状況などによって持つ意味が異なる幾つかのうなずきを挙げ、そのうなずきを持つ意味を以下に挙げる。

うなずきだけ 話し手の発言に対し、適当な場所であらううなずきを返しているもの。聞き手が話し手に対して「聞いていますよ」というフィードバックを返すことで、話し手の発言をスムーズにさせよう、不安な思いをさせないようにという聞き手の配慮が読み取れる。また、この場合として考えられるのは、話し手の発言内容が聞き手にとって難解であり、発言を聞いてはいるが、自分の意見や質問を生み出せるほどに理解はできていない可能性がある。個人差はあるであろうが、3回以上連続したうなずきは話を聞いていなかったり、否定、難解だという意図を含むと言われている<sup>12)</sup>。

タイミングのずれたうなずき 話し手の発言に対して明らかにずれたタイミングで聞き手がうなずく場合、聞き手は話し手の発言を全く聞いていなかったり<sup>12)</sup>、話し手の発言内容が難解であったり理解しがたい、納得しがたいといった意図が読み取れる。

うなずきつつ発言を返す 話し手の発言に対し、適当な場所でうなずきつつ発言を返しているというもの。話し手の発言に対して自分の意見や質問を返すためには、話し手の発言内容をしっかりと聞いていなければならない。よってこの場合は話し手の発言に注目し、理解とまでいかなくとも自分の頭の中で熟考しつつ聞いていると言える。熟考してまで話を聞き、その発言に対して意見や質問を返すということは、その会話内容に少なからず興味があるということが言える<sup>10)</sup>。

わざとらしいうなずき 話し手の発言に対し、わざとらしく大きく何回もうなずくというもの。このうなずきは一対一の場面よりも、どちらかというメインの話し手と聞き手が大勢という一対多の会話の場面で見られる。これは、話し手

の発言内容について本当に理解したり、その発言内容を既によく知っているときなどに、発話者に自分はその話題に興味がありますという意図を示すものである。聞き手が大勢の場合、話し手は視界の中にいる聞き手のうなずきを認知できるが、他の人と同じようにならずいても話し手に注目されることはない。大きなうなずきをすることによって、大勢の聞き手の中で自分に注目してもらい、質問をする機会を得たり自分の発言のきっかけにしたいという願望が含まれている。すなわちこのうなずきには、話し手の発言内容に大きな興味があり、更に多くの知識を得たいという意思の表れであると言える。うなずかない 話し手の発言に対して、全くフィードバックを返さないというもの。フィードバックを返さない聞き手の態度は、話し手に不安感や不快感を与え、会話を止めてしまうことがある。この場合、聞き手は話し手の発言を全く聞いてなかったり、その会話内容に興味がなく、早く会話を終わらせたいという聞き手の意図が含まれている。

しかしその逆に、深く考え込んでいるだけという可能性も考えられる<sup>12)</sup>。その場合、うなずかない代わりに、考え込んで発生した自分の意見や質問を話し手に投げかけるといった行為に現れる。

### (3) 会話内容の理解度

一対多の会話において、うなずきは聞き手が理解しているかどうかを判断する基準となる。一対多の会話にはメインの話し手が存在する。メインの話し手には当然「話者権」があり、それは会話参加者全員が当然承している事項であり、話し手に発言を許可するといった行為をわざわざしなくても、既に話し手は自分に発話権があることを理解しているはずである。そういった意味で、聞き手は相槌としてのうなずきをする必要がない。となると、うなずきをする必要のない場面でするうなずきは、上述した「わざとらしいうなずき」が自然と出てしまううなずきである可能性が高い！「わざとらしいうなずき」は、話し手の発言内容に大きな興味があると考えられる動作である。自然と出てしまううなずきは、自分が理解・納得した場合に意図せず頭が動いてしまうもので、話し手の発言内容に対して理解していたり、納得している動作であると言える。

## 2.3 うなずきの多様性

一言で「うなずき」と言っても、2.2節で述べた通り幾つ種類もある。これまで、状況やうなずき方、話し手との関係で分類をしてきたが、国によるうなずきの持つ意味の違いや、個人差というものによる分類も考える必要がある。

### (1) 国によって異なるうなずきの意味

日本ではうなずきは話し手の発言を許可するといった意味合いを持つが、すべての国が日本と同じではない。ここでうなずきの持つ意味が異なる、欧米とインドの例を挙げる。

欧米のうなずき 欧米では聞き手が相槌ばかりする場合は発言を止める潮時であるという判断基準として、うなずきを認識している。ただうなずきだけで何も反論しない聞き手は、話し手の発言内容から既に興味を失っていると考えられる<sup>10)</sup>。自分の意見や質問を返してこそ、会話に参加しているという意味である。

また、欧米でのうなずきは発話権を奪おうという意図を含む行為であるという意味合いも持ち<sup>11)</sup>、発話権を奪うことで自分の主張につなげる手段としてうなずきが使われる。

インドのうなずき インドでの首を上下に動かす動作は、日本でいう?(はてな)に相当する<sup>13)</sup>。逆にインドで首をかき上げる動作が日本でいううなずきに相当している。

### (2) 個人差

人間が行う動作には必然的に個人差が現れる。うなずき動作をとっても、万人が同じ動作をするわけではなく、それぞれによってその動き方に違いがある。これは動きを認識するという目的にとって大きな障害となる。しかし、個人差を癖と考えると、そこには多くの情報が含まれていると考えられる。個人差・癖というものは、その個人が生まれてから長年かけて形成されたものであり、その動作にはその人の感情や意図が含まれている<sup>14)</sup>。うなずきの個人差を認識し、そのうなずきにはどういった意味が含まれているのかを判断することで、聞き手の意図や感情を直接的な情報として得られる。

## 3. 実装方針

### 3.1 マルチモーダルヘッドセット

本研究ではこれまでに、会話中のさまざまな情報を取得するために、図2に示すUSBカメラ、モーションセンサ(3軸ジャイロ, 2軸角速度, 地磁気)を搭載したマルチモーダルヘッドセットを実装し



図 2 マルチモーダルヘッドセット

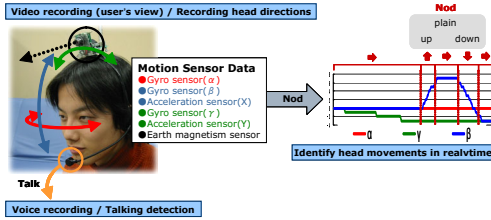


図 3 うなずきの検出

た．マルチモーダルヘッドセットを装着した人同士で会話すると，各個人の視界映像，発言音声，発言の有無，頭部の動き情報が得られる．モーションセンサのデータから，図 3 に示すように頭の上下の動きをうなずきとして認識し，会話にタグ付けを行う．長い会話中でうなずいた周辺の映像・音声・頭の動きを含んだマルチモーダルコンテンツを，MKIDS(Multimodal Knowledge and Information on Demand Service)<sup>15)</sup> で閲覧できる MPEG7 形式で半自動的に出力するシステムを実装した<sup>6)</sup>．

実装したマルチモーダルヘッドセットは，搭載しているモーションセンサによって，顔の向きは $\pm 180\text{deg}$ ，うなずき動作は $\pm 60\text{deg}$ の検出角度範囲を $1\text{deg}$ 単位で検出し， $10\sim 100\text{Hz}$ のサンプリングレートで取得する．また，USB カメラにより視覚映像を $320*240$ ピクセルの MPEG-4 形式で，発言音声を MP3 形式で，LaLaVoice2001<sup>16)</sup> のコンポーネントを利用することで発声の有無を $1\text{ms}$ 単位で認識することが可能である．

### 3.2 種類と個人差を考慮したうなずき検出方法

図 4 に本稿で提案する，うなずきの種類と個人差を考慮した識別，意味付けを行う手法を示し，以下にその手順を述べる．

#### (1) 会話からの振る舞い検出

マルチモーダルヘッドセットによって，会話中の振る舞いを認識する(図 4-1)．認識する振る舞いは，その振る舞いから意味や意図を測ることのできないもので，頭を上下に動かすうなずき動作や，大き

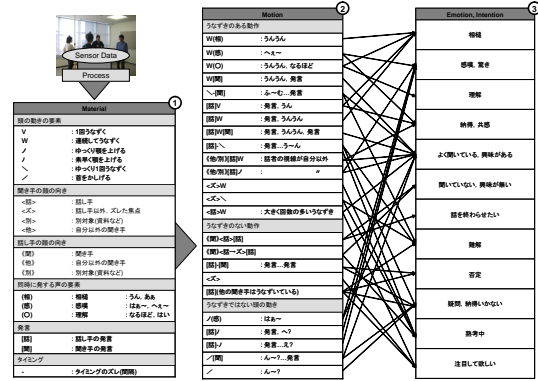


図 4 種類と個人差を考慮したうなずき検出手法

く一回頭を下げる深いうなずき動作など，動きの要素レベルの振る舞いである．他にも，自分の顔の向き，話し手の顔の向き，発言しているかどうかなどといった情報なども認識する．

ここで個人差を考える必要がある．要素レベルの振る舞いであっても，人によって動き方には違いがある．頭を上下に動かすうなずきは，どのくらいの角度や速さで行うのか．また，何回も繰り返してうなずくときには，どのくらい細かく，何回くらい連続してどういったリズムでうなずくのか．ウェアラブルコンピュータを装着したコミュニケーションであることを考えれば，そういった個人差を定義する情報を，ウェアラブルコンピュータ内に所持しておくことが可能である．うなずきの角度や速さなど，個人に特化させるために必要となるパラメータを所持し，それによって振る舞いの個人差の問題を解決する．

#### (2) 会話中の状態

会話中に認識した要素レベルの振る舞いを組み合わせることで，会話中の意味のある状態を記述する(図 4-2)．例えば，「話し手の発言中」に「うなずいた」といったように，自分や話し手の状況と，自分の振る舞いなどを組み合わせることで，一つの状態を記述することができる．認識する要素レベルの振る舞いの数によって，記述できる状態の組み合わせは増大する．

ここでの個人差は，会話中に行う振る舞いの組み合わせ方である．相手の発言に対して無意識的にうなずいてしまう人もいれば，うなずかずに声だけで相槌を返す人もいる．このような個人差を考慮し，自分が会話中に行う可能性のある振る舞いの組み合わせを所持する．

#### (3) 振る舞いの意味・意図



図 5 実験風景

行った振る舞いの組み合わせがどういった意味、意図を表しているかを定義する(図 4-3)。例えば、「話し手の発言」の後に「うなずいた」だけではただの相槌でしかないが、「うなずいた」後に自分が「発言」している場合、自分の意見や疑問を話し手に投げかけているという可能性が考えられる。すなわち、この場合は単なる相槌という意味だけではなく、自分が相手の話を聞いて理解した上で、自分の意見を生み出しているという情報を得ることができる。自分の行う振る舞いの組み合わせが、どういった意味、意図を表すのかを定義しておけば、会話中の振る舞いに意味を与えることができる。

ここでの個人差は、振る舞いの組み合わせが表す意味、意図が人によって違うということである。「話し手の発言」の後に「うなずいた」ときには、話し手の発言を理解したという意味である人もいれば、ただの相槌で話は全く聞いていないという人もいる。こういう状況でこういう振る舞いをしたときには、自分はこういった意味・意図を含んでいる、という記述をすることで、個人差を考慮する。

#### 4. 実験

普段の会話中の重要箇所を把握するために、会話参加者の行ううなずきの種類や個人差を考慮することが重要であり有効であることを確認する実験を行った。実験は、マルチモーダルヘッドセットを装着した3名の被験者に約10分間雑談を交わしてもらい、同時にその状況を環境カメラで撮影した。図5に実験風景を示す。

##### 4.1 環境カメラによる検証

会話終了後、環境カメラの映像を見て、被験者が行ったうなずき動作をピックアップし、その時の被験者の役割や話題と比較した。図6は被験者のコミュニケーションにおける役割とうなずき動作をした時刻とその種類、そのときの話題をまとめたものである。3人の被験者ごとに、うなずき動作を行っ

被験者1	被験者2	被験者3	話題
0:21	[話V]	0:11 [話V] 0:20 / 0:23 [話V]	実験の説明
			話題に依る
		1:14 / 1:29 [話V] 1:35 /	被験者3の前について
2:04	V		被験者3の意見
		2:37 W(相) 2:44 [話V] 2:51 [話V] 3:00 [話V]	被験者3の前について
			話題に依る
		4:01 W 4:07 [話W]	被験者以外の人に実験の説明
			話題に依る
		5:04 [話V] 5:21 / 5:42 [話W]	前回の実験の話
		5:51 [話W] 6:00 [話W] 6:18 [話W(相)] 6:52 [話W]	実験のやり方について
			会話の第三者について
話し手	聞き手	傍聴	

図 6 役割による振る舞いの違い

た時間を左側に、その際の振る舞いの種類を右側に挙げた。実験を開始し、まず最初に被験者1が実験の説明をした際、実験開始から11秒後に被験者2と被験者3がほぼ同時にうなずいた。それから後被験者2はうなずきと見える動作をすることはなく、話し手と聞き手の顔を見るために顔をきよるきよる動作と、たまに発言をする程度であった。一番顕著にうなずきを行っていたのは、今回の実験で全般的に聞き手の立場にいた被験者3である。全般的に話し手の立場にいた被験者1の発言時には定期的なうなずき、たまにくる自分の発言時には被験者1がうなずくといった、聞き手がうなずきをするという図式が成り立っている。

後でアンケートを実施したところ、被験者2のうなずきが少なかったことに関しては、話し手の被験者1と聞き手の被験者3の間に座っており、第三者的な立場であったために、相槌を返すという振る舞いが現れなかったということであった。また、実験の被験者である3人が同じ友達関係ということもあり、気軽に振舞うことができたために、うなずきという動作でフィードバックを返すという行動が現れなかったとのことであった。うなずきを行わなかった代わりに、話し手の発言の際には顔を話し手の方に向ける動作をしたり、相槌と同様の効果を持つ発声をしていった。一方、うなずき動作の多かった被験者3はアンケートで、意図的にうなずいた記憶はないと答えていた。話し手の発言に対し、うなずくことによる相手の意見への同調、納得の合図、

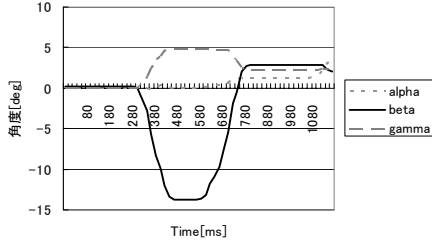


図7 被験者1のうなずきセンサデータ

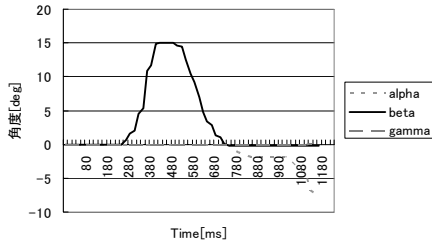


図8 被験者3のうなずきセンサデータ

首を傾げる動作による話し手の発言の促し、難解であるという意図を、非意図的に行う振る舞いが示しているということであった。特に被験者3の首を傾げる動作による、話し手の発言を促す意図は、彼特有の動作でもあり、個人差を表すものであった。

#### 4.2 センサデータによるうなずきの個人差の識別

実験の会話中に、被験者1と被験者3が行ったうなずきをサンプリングしたセンサデータを図7と図8に示す。被験者1はうなずきを、頭を上を持ち上げた反動で下に落とすといううなずき方をしていいる。このうなずきの場合、うなずき動作を顕著に表す角の値は、負の方向に落ちてから、正の方向に戻り、うなずき動作を開始した状態の値よりも大きな値になっている。一方被験者3のうなずきは、頭をそのまま下に落として直後に持ち上げるといううなずき方である。このうなずきの場合、角の値は、正の方向に上がってから、負の方向に落ちる形を示し、うなずき動作を開始した状態の値とほぼ同じ値に戻っている。2つのうなずきを比べてみると、頭の動かし方は大きく違うものの、うなずくことによる角の値の変化量はほぼ同じであることが見て取れる。

この例では両者のうなずき方に大きな違いがあるが、両方とも同じうなずきという動作である。被験者1の場合、頭が上がった後に下がったという

二つの動作の組み合わせをうなずきと認識する。個人差を考慮すると、センサデータが表す波形がどの程度の傾きであれば、頭を上げ下げしたと言えるのか。この例の場合、頭を持ち上げるのには13[deg]を200[ms]の速度で、頭を下げるのには16[deg]を同じく200[ms]の速度である。頭を持ち上げる動作と下ろす動作の間には150[ms]程度の平坦な状態があり、この平坦な状態の有無や程度にも個人差は現れる。被験者1のセンサデータからは、頭を持ち上げる動作よりも下げる動作の方が速いといった個人差を見ることができる。被験者2の場合を同じような観点から見ると、まず頭を下ろすのには15[deg]を200[ms]の速度で、頭を上げるのには同じく15[deg]を250[ms]の速度で、頭の上げ下げの間には100[ms]程の平坦な状態がある。被験者2のセンサデータからは、うなずき動作の開始から頭を下げる動作が速く、同じ高さに戻すまでの動作はそれに対して遅いという個人差を見ることができる。

## 5. 考察

### 5.1 うなずきの種類

会話中の会話参加者のうなずきは、コミュニケーションの構成を把握する手段となる。実験の結果にあるように、会話の話し手と聞き手との振る舞いには大きな差が現れるため、話し手や聞き手の特定が可能である。また、その際にどういったうなずき方をしたのかなど、うなずきの種類を知ることによって、うなずいた人の話題に対する理解度や興味度を測ることが可能である。これにより、マルチモーダルヘッドセットで採取した映像や音声などに、うなずいた人の心境や話題に対する理解度・興味度という情報を付加し、さらに意味のあるマルチモーダルコンテンツを生成することができる。よって、会話中の重要箇所を把握するために、会話参加者のうなずきに注目するという手段は有効であるという知見を得た。

### 5.2 個人差の考慮

普段からうなずきをしない人や、先生や上司などの位の高い人間の発言でないとうなずきをしない人などの場合、うなずきという動作にだけ注目すると、会話中にほとんど反応を示さなかったと認識する。今回の実験でも、被験者2は最初の1回のうなずき以外は、うなずきと見て取れる振る舞いを行っていなかった。そのような人は、うなずきに代わる振る舞いによって、その意図を示している可能

性がある。今回の被験者2の場合、うなずきに代わる振る舞いとして相槌や意図を含んだ発声、視線の動きをしていた。人によって会話中に行う振る舞いには差があり、万人が同じ行動をしたときに同じ意図を表しているとは言い切れず、人それぞれの個人差に特化した個別化が必要である。

### 5.3 感情を考慮した会話の理解

会話中に行う振る舞いに種類があることを考えると、非意図的なうなずきと、話し手を意識した意図的なうなずきなどに分類できる。Minskyの提唱するThe Emotion Machine<sup>17)</sup>では、外界からの刺激によって発生する人間の反応には、本能的で非意図的な反応や、状況や相手を意識した意図的な反応などに分類でき、その際にどういった過程で感情が発生するのかを考察した、感情の6階層モデルを提案している。話し手と聞き手との関係において、非意図的に反応するうなずきと、意図的に行う反応には、聞き手の感情に大きな差があり、そのような感情を理解する手段として有効である。

## 6. おわりに

本稿では、普通の会話の重要箇所を把握する手段として、実装したマルチモーダルヘッドセットを利用し、人が会話中に行ううなずき動作を種類や個人差を考慮して認識・識別することの有効性を示した。センサーデータを解析し、会話中に行われる頭の動きを分類してそれらがどういった意味を持つか、また個人差による意味の違いなどを考慮することで、コミュニケーショングループ内で行われた会話の構成、重要箇所、会話参加者の意図、話題に対する興味度・理解度などを含む知識をマルチモーダルコンテンツとして生成、提示できる環境の実現に対する見通しが得られた。

今後、会話中の頭の動きのセンサーデータを解析するための信号処理技術や、マルチモーダルヘッドセットで採取できる様々な情報の管理方法、モデル化、更にはマルチモーダルコンテンツとして閲覧するための会話参加者の意図や感情の表現方法などを模索し、実世界のコミュニケーションから有益なマルチモーダルナレッジを抽出、蓄積、利用する環境の構築を目指す。

## 参考文献

- 1) Steve Mann: Smart Clothing: The Wearable Computer and WearCam, Personal Technologies, vol.1 (1997).

- 2) 角康之, 伊藤禎宣, 松口哲也, Sidney Fels, 内海章, 鈴木紀子, 中原淳, 岩澤昭一郎, 小暮潔, 間瀬健二, 萩田紀博: 複数センサ群による協調的なインタラクションの記録, インタラクション 2003, pp.255-262 (2003).
- 3) 亀田, 石塚, 美濃: 状況理解に基づく遠隔講義のための実時間映像化手法, 情報処理学会研究報告, CVIM121-11 (2000).
- 4) D.Aboud,G., Atkeson,C., Feinstein,A., Goolam-abbas,Y., Hmelo,C., Register,S., Sawhney,N.N. and Tani,M: Classroom 2000: Enhancing Classroom Interaction and Review, GVU Technical Report GIT-GVU-96-21 (1996).
- 5) 関原拓也, 坂根裕, 杉山岳弘, 阿部圭一, 竹林洋一: コピキタス情報環境下のコミュニケーション活性化システムの開発, 電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会 (HIP), pp.19-24 (2003.3).
- 6) 山本剛, 坂根裕, 竹林洋一: コピキタスミーティングからのマルチモーダル知識獲得に関する研究, 情報処理学会インタラクション 2003, pp.73-74 (2003.2).
- 7) Maynard, S.: 会話分析, くろしお出版 (1993).
- 8) Matarazzo,JD, Saslow,G, Wiens,AN, Weitman,M,Allen,BV: Interviewer head nodding and interviewee speech durations. Psychotherapy, Theory, Research and Practice, 1, 54-64 (1964).
- 9) 塚原さち子, 花沢成一: 対人的コミュニケーション場面におけるあいづちの効果について, 日本心理学会第 61 回大会発表論文集, p.134 (1997).
- 10) 加島祥造: 会話を楽しむ, 岩波新書 (1991).
- 11) Panasonic Kaden 魂!! こんなんありカデン?, あいづちの打ち方ひとつでもこんなに意味が違う“日本語と英語”: <http://www.matsushita.co.jp/corp/museum/smile/anniversary/kaden/konnan/26/01.html>
- 12) Communication Bible 接客における読心術: [http://www.dkkaraoke.co.jp/beta\\_left/lefty/bible/07.html](http://www.dkkaraoke.co.jp/beta_left/lefty/bible/07.html)
- 13) アジアズンドコ紀行: <http://asia.papara.net/topics/nod.html>
- 14) 荘巖舜哉: ヒトの行動とコミュニケーション, 福村出版 (1986).
- 15) 鈴木優, 岐津俊樹, 宮澤隆幸, 浦田耕二, 網淳子, 竹林洋一: マルチモーダルナレッジをオンデマンドで配信する MKIDS システムの開発, 人工知能学会全国大会, 2D1-03 (2002).
- 16) LaLa Voice: <http://www3.toshiba.co.jp/pc/lalavoice/index.j.htm>
- 17) Marvin Minsky Home Page: <http://web.media.mit.edu/~minsky/>