

においに基づくコンテキストウェアシステムの設計と実装

Design and Implementation on a Context-Aware System Based on Scent

寺田 努 小林 泰貴 塚本 昌彦*

Summary. 近年, 装着型センサ等を用いてユーザの行動や状況(コンテキスト)を認識し, さまざまなサービスを提供するコンテキストウェアシステムが多数提案・実用化されている. コンテキスト認識に用いられているセンサは加速度センサやジャイロセンサなどユーザの動きに基づくものが多いが, そのようなセンサでは食事中やトイレ中など動作だけでは認識が困難なコンテキストが存在する. そこで本研究では, 空間に漂うにおいが時間や場所, 状況によって変化する点に着目し, 装着型においセンサに基づくコンテキスト認識手法を提案する. 提案手法では, においの特徴に基づいた認識を行い, 従来困難であったコンテキストを認識可能にする. 評価実験から食事中 95%, トイレ中 100%の認識率が得られることを確認した. また, 提案手法の利用例として, いくつかのアプリケーションを実装した.

1 はじめに

近年, 装着型センサ等を用いてユーザの状況(コンテキスト)を認識し, コンテキストに基づいた適切なサービスを提供するコンテキストウェアシステムに注目が集まっている. これまでに, 加速度センサやジャイロセンサ, 筋電計 [1] や心電計 [2] といったさまざまなセンサを用いたシステムが提案されている. 特に, 加速度センサは装着部位の空間的な動きが検出可能であり, 静止時でも地球の重力検出によりその姿勢方向が取得できるため使い勝手が良く, コンテキストウェアシステムにおいて最も利用されている. しかし, 日常生活では, 同じ座っているという動作でも, 仕事場で座っているときとトイレの便座に座っているときでは提供すべきサービスは大きく異なる. したがって, ユーザの状況をより詳細に認識するには, 動き情報や体温, 心拍数など生体情報のみでなく, 空気の状態などユーザの周囲の情報から状況を認識することが求められる.

一方で, センサ技術の発展に伴い, 人間の感覚器官をコンピュータで再現する研究や五感情報を利用した直観的なインタフェースが実現可能になりつつある. 特に嗅覚情報に着目すると, においセンサの開発も進み, 食品, 飲料, 化粧品, 環境計測, 防災, 犯罪捜査, 医用・健康管理などの多くの分野で実用化が期待されている [3]. また, 複数のにおいセンサを組み合わせたにおいの認識および再現を行う研究 [4] や, 筆者らの研究グループで提案した小型のにおい出力装置とにおいセンサを搭載したにおい入出力デバイス [5] などにおいに基づくシステムも構築されている. さらに, 室内に設置したにおいセンサによる居住者の活動認識の取組み [6] や二酸化炭

素センサを用いて鉄道内の混雑度を推定するシステムも提案されている [7]. しかし, ウェアラブルコンピューティング環境で, においセンサを装着してコンテキスト認識を行うシステムや加速度センサとにおいセンサを組み合わせることで認識精度を向上させる研究は筆者の知る限りこれまで行われていない.

そこで本研究では, 空間に漂うにおいが時間や場所, 状況によって変化する点に着目し, 装着型においセンサを用いてにおいに基づくコンテキスト認識を行う手法を提案する. 提案手法では, においの特性に基づく多段の認識を行うことで, 加速度センサなど既存のシステムで用いられるセンサでは困難であった食事やトイレといった状況を認識できる.

以降, 2章で関連研究を紹介し, 3章でにおいに基づくコンテキスト認識について述べる. 4章で評価を行い, 5章で応用システムを紹介し, 6章で本研究をまとめる.

2 関連研究

においをセンシングするセンサ素子は, 濃度を測るガスセンサと生物の嗅覚機能を模したバイオセンサの大きく2種類に分かれている. 前者の応用としては, ドライバーのアルコール摂取量が規定値以下でないとエンジンをスタートさせない「アルコキー」 [8] がある. 医療分野でも呼気から胃炎や胃潰瘍の原因とされるピロリ菌を検知するセンサや, 乳がん患者が発する特有のにおい成分を検知するバイオセンサが実用化されている [9]. また, 後者のセンサは水晶振動子電極上に感応膜を塗布しており, 感応膜を変えることでさまざまな特性をもたせられる柔軟なセンサである. このセンサの利用例として, 異なる感応膜を塗布したセンサアレイでにおいを測定する匂いの記録システム [4] が提案されている. その他にも, 映像の撮影と同時にビデオカメラに取り付

Copyright is held by the author(s).

* Tsutomu Terada, Yasuki Kobayashi, and Masahiko Tsukamoto, 神戸大学大学院工学研究科

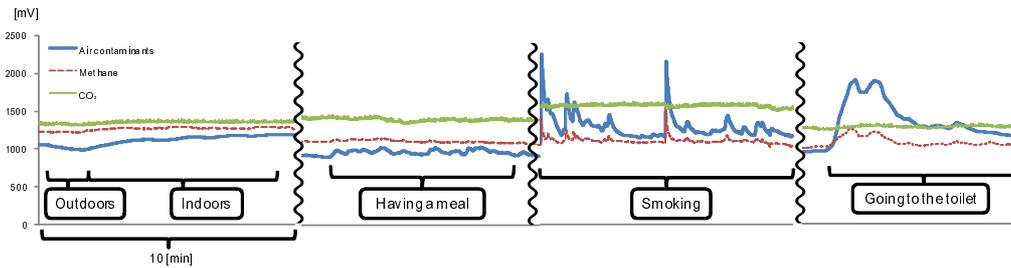


図 1. センサデータの例

けたにおいセンサでにおいをセンシングし、再生時に映像に合わせて香りを発生させるインタラクティブ嗅覚ディスプレイ [11] が提案されている。また、ソらの研究では、人間が感じる匂いの変化と匂いセンサの値の変化が一致するかを評価し、ライフログへの適用を目指している [10]。これらの研究はにおいセンサを活用したものであるが、においセンサを装着してコンテキスト認識を行っている本研究とは異なる。

また、加速度センサとガスセンサ等を装着した例としては、LiveNet [12] や N-SMARTS [13] がある。前者は健康管理のために多数のセンサと同時に CO₂ センサを利用しているが、ユーザの呼吸量を取得するためにセンサを用いており、においの認識やにおいに関連付いたコンテキストの認識は行えない。後者は大気汚染の装着型ガスセンサを用いて調べるものであり、ユーザ状況の認識を行っていない。

3 おいに基づくコンテキスト認識

空気の汚れや人の汗、食べ物などが発するにおいは、人がいる場所や食べている物などを認識する有効な手がかりであり、これまで認識困難であった状況を認識できるようにする可能性がある。したがって、求める状況を認識できるにおいセンサを選定し、においの特性を考慮した認識手法を提案する。

3.1 おいセンサの選定

においセンサは、一般的に濃度計測が目的のガスセンサと生物の嗅覚機能を模したバイオセンサの 2 種類に分かれる。ガスセンサはこれまで多くの分野で実用化されているが、におい検出のためには、複数センサを組み合わせる必要がある。一方、バイオセンサはガスセンサと比べて高感度且つ広範囲なにおい検出を行えるが、嗅覚自体が最近になって解明され始めた段階であり、ガスセンサに比べて大型、高価なものが多い。そこで本研究では、装着に適した小型で低消費電力、安価な FIGARO 社のガスセンサを使用する。ガスセンサには多くの種類があるが、ユーザのコンテキストを認識するために、生活臭の要因となる成分に高感度な下記の 3 つのセンサを選定した。

空気の汚れガスセンサ (TGS2602): 煙草の煙や

調理臭などに高感度であることに加え、硫化水素、VOC、アンモニアに高い感度を持ち、生活臭や空気の汚れを検知するのに優れている。

メタンガスセンサ (TGS2611): メタンガスに高感度でありガス漏れ警報器などに使用されている。メタンガスは排泄物などにも含まれているため、それらにおいを検知する指標となる。

二酸化炭素ガスセンサ (TGS4161): 二酸化炭素に高感度であり、その他のガスに対してほとんど感度を有さない。人間は二酸化炭素を嗅ぎ分けられないが、室内の人口濃度や換気状態を検出することで装着者の状況を認識できる可能性がある。

選択したセンサはいずれも低消費電力、長寿命で低コスト、簡単な電気回路で使用可能である。ヒーター電圧と回路電圧の 2 つの印加電圧が必要であるが、ヒーターに電圧を印加することで対象ガスに適した特定の温度にセンサを保てる。

これらのセンサを用いて実際に取得したセンサ値の例を図 1 に示す。各部分は異なる状況における 10 分間のデータを示している。例えば、外から室内へ入室した場合は緩やかに各センサ値は上昇し、食事をしている場合は空気の汚れセンサが細かく変化する、トイレ中は空気の汚れセンサやメタンガスセンサが大きく変化する。これらの値変化は、従来のコンテキスト認識における加速度センサ値のように、状況に対して特定の値をとったり定期的な値変化を行うものではないため、においセンサのためのコンテキスト認識アルゴリズムが必要であることが示唆された。

3.2 従来用いられている特徴量による認識精度

一般に、コンテキスト認識を行う際にはセンサ値をそのまま使うのではなく挙動を効率的に把握するために特徴量抽出と呼ばれる処理を行う。そこで、採取した「室内」「外」「食事」「トイレ」「喫煙」のコンテキストに対して、においセンサ値の瞬時値、差分値、平均値、分散値の 4 つの特徴量を用いて認識を行う。特徴量は、現在時刻から過去 N サンプルの差分値、平均値、分散値とする。

これらの特徴量ベクトルとすべての学習データとのユークリッド距離を計算し、最も距離の近い学習データに付与されているラベルを認識結果とした。得られたラベルと手動で付けた正解ラベルを比較し、認識率を算出した。センサのサンプリング周波数は 10 [Hz]、 $N = 600$ としたときの特徴量ごとの認識率

表 1. 特徴量ごとの認識率

	瞬時値	差分値	平均値	分散値
室内	0.53	0.36	0.59	0.40
屋外	0.56	0.38	0.54	0.36
食事	0.83	0.36	0.87	0.45
トイレ	0.94	0.50	0.94	0.77
喫煙	0.83	0.50	0.78	0.71

表 2. 特徴量を 2 つ組み合わせた場合の認識率

	平均と分散	平均と差分	差分と分散
室内	0.54	0.56	0.41
屋外	0.68	0.73	0.39
食事	0.93	0.90	0.37
トイレ	0.98	0.85	0.63
喫煙	0.88	0.74	0.63

を表 1, 2 に示す. 表から瞬時値や平均値でも「食事」「トイレ」「喫煙」など特徴的なセンサデータを示したコンテキストに対してはある程度認識できることがわかる. また平均値と分散値を組み合わせた認識率の平均は 0.80 で最も認識率の高い特徴量の組み合わせとなった. しかし「室内」や「外」といったコンテキストは認識率が低くなっている. これは前節で述べたように, 従来使われている特徴量ではにおいセンサの状況に対する特性を表現しづらいためであると考えられる.

3.3 提案手法

前節で述べたように従来方式では認識が難しいコンテキストが存在するため, においセンサの特性を活かした認識手法を提案する. 提案手法は下記の 2 ステップからなる.

Step1: コンテキストの分類

図 1 の例のように, 室内に入ったときや外に出たときはセンサ値は緩やかに変化したが, 気候や部屋の状態など環境に影響されやすく, 日によってセンサ値にずれが生じるため, 瞬時値や平均値のみでは認識は困難である. 一方, 食事中やトイレ中は特徴的なセンサ値を示すため, 平均値と分散値で十分認識できる. そこで, 変化が緩やかで環境の影響を受けやすいコンテキストを A 群 (室内, 外), 状況に対しセンサデータが特徴的なコンテキストを B 群 (食事, トイレ, 喫煙) と分類する決定木を J48 アルゴリズムを用いて生成する¹.

Step2: 継続判定とコンテキストの認識

Step1 で識別された群ごとにコンテキストを認識する. A 群のコンテキストは, 状況が変わった後にセンサ値が緩やかに変化し続けるため, 差分値で認識を行う. その際, センサ値に変化が少ない場合は以前の状態が継続していると判断し, 過去の認識結

¹ 決定木のみを用いてすべてのコンテキストの認識を行った場合, 認識精度は平均 44% と非常に悪くなる

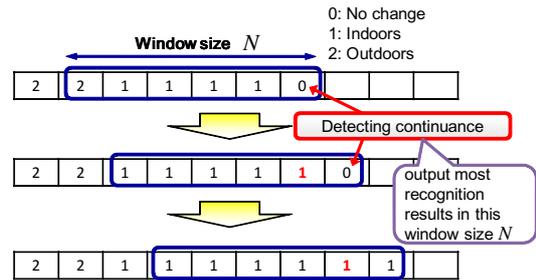


図 2. 継続判定法

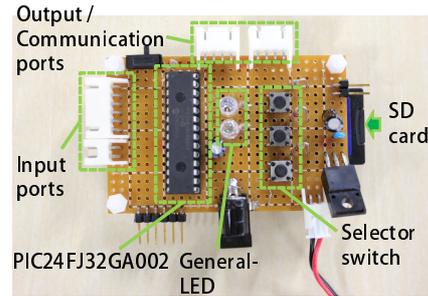


図 3. データロガーのプロトタイプ

果を継続させる. 具体的には, あらかじめ「室内」「外」「継続 (変化なし)」の場合の差分値と平均値を学習データとして用意し, 取得データとのユークリット距離を計算して認識する. ここで, 図 2 に示すように, 現在時刻 $t = T$ から N データサンプル前の時刻 $t = (T - N + 1)$ までのデータ列をウィンドウ $W_T = (x_{T-N+1}, \dots, x_T)$ とし, 「継続」と認識された場合はこのウィンドウの中で最も多い認識結果を出力する. 例えば, $t = T$ で「継続」と認識され, $t = (T - N + 1)$ から $t = T$ までで最も多く「室内」と認識されていれば, $t = T$ でも「室内」とラベルを付ける. 一方, B 群のコンテキストは, 平均値と分散値を特徴量として用い, ユークリット距離を用いて認識する.

4 評価

提案手法によるコンテキスト認識精度を評価した. 評価では, 3.1 節で述べた 3 つのにおいセンサを首元に, 加速度センサ MMA7260Q を手, 足, 腰に装着した 3 名の被験者から採取したデータを用いた. データの採取日は 2010 年 3 月 ~ 11 月の 9 日間で, 「室内」「外」「食事」「トイレ」「喫煙」の 5 つのコンテキストに対して, 全データからランダムに取得した 20 サンプルを学習データ, 残りをテストデータとした. センサデータの入力・記録制御には, Microchip Technology 社の PIC24FJ32GA002 を搭載したデータロガー (図 3) を作成し, サンプリング周波数 10[Hz] で SD カード内にセンサデータを記録した. また, 特徴量抽出および継続判定のためのウィンドウサイズはともに 600 とした.

「室内」「外」「食事」「トイレ」「喫煙」の 5 つ

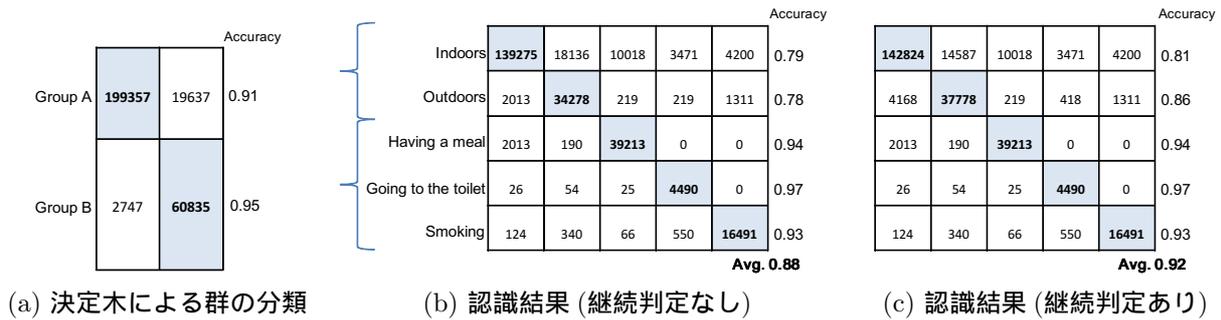


図 4. においセンサによるコンテキスト認識結果

のコンテキストに対し、提案手法の認識率を図 4 の Confusion Matrix に示す。Confusion Matrix では各セルはコンテキストの出力回数を示しており、対角線上の色のついたセルが正しく認識が行えたときのものである。例えば、図 4(b) では、「食事」データが入力された場合、27,378 回正しく認識し、1328 回「室内」と誤認識している。図 4(a) は決定木による A 群と B 群の分類結果、図 4(b) は認識結果 (継続判定なし)、図 4(c) は認識結果 (継続判定あり) をそれぞれ示す。コンテキストの分類では A 群 0.88、B 群 0.94 の認識率が得られ、その後のコンテキスト認識 (継続判定なし) では平均で 0.87 の精度が得られた。これは、3.2 節の従来手法の中で最も精度のよかった認識率 0.80 よりも高い認識率であり、階層化が有効であることがわかる。また、A 群に対して継続判定を行った場合、継続判定なしの場合と比較して精度が向上しており、周囲の環境の影響を受けやすい「室内」や「外」などのコンテキストに対しては継続判定が有効であることがわかった。誤認識の原因としては、部屋の換気を屋内外の移動と認識、煙草の煙が風で吹き飛ばされた、逆に煙草のにおいが服にこびりついた、食事あまりにおいの発しないものを食べた、などがあつた。なお、紙面の都合上詳細は省略するが、においセンサの数を変化させた場合、センサ 1 つでは平均 55%、センサ 2 つでは 70% の認識精度であつた。

次に、においセンサに加えて、3 軸加速度センサを手、足、腰に装着して「歩く」「立つ」「座る」の 3 つのコンテキストを認識し、においの 5 つのコンテキストと組み合わせより詳しいコンテキスト認識を行った結果を図 5 に示す。図 5(a) は加速度センサのみを用いた結果、図 5(b) はにおいセンサと加速度センサを組み合わせた認識結果である。加速度センサによる認識は、センサデータの平均と分散を特徴量とし、正規化した特徴量ベクトルとすべての学習データとのユークリッド距離を計算して行っている。また、「立って食事」など実験中被験者が行わなかったコンテキストは評価対象外とした。加速度センサのみと比較して、提案手法の方が全体的に高い精度が得られた。これらの結果から、従来の加速度センサのみからでは難しかった、「どこで座ってい

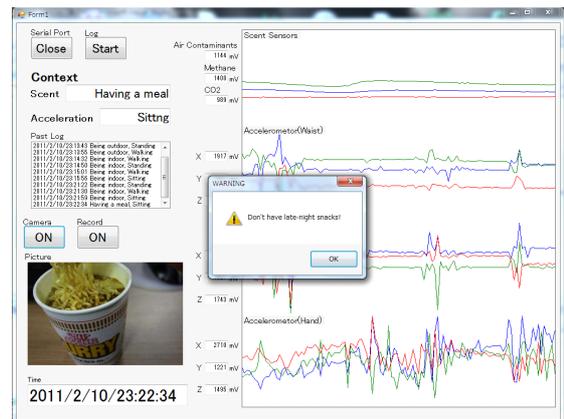


図 6. 健康管理用ライフログの GUI

るのか」といった状況がにおいセンサと組み合わせることである程度認識できることが確認できた。

5 アプリケーションの実装

提案したにおい認識手法を活用したいいくつかの応用システムを実装した。

ライフログ: 図 6 に示すライフログシステムでは、においセンサと加速度センサに加えてカメラを装着し、提案手法に基づく詳細なラベリングを行いながらロギングを行う。においセンサや加速度センサのデータは、データロガーに接続された ZigBee モジュール経由でウェアラブルコンピュータに送信され、アプリケーションでは、においセンサや加速度センサのデータ、カメラの映像、過去のログデータを常時確認できる。また、カメラ画像を記録中にトイレのにおいを検知したら記録を自動 OFF にしてプライバシーを保護したり、食事を認識したら食事部分の写真を撮り後に一覧表示できるなど、におい情報を活用した高度なロギング機能をもつ。

生活管理システム: 前述のライフログシステムは、生活管理システムとしても応用できる。たとえば深夜の食事を認識し「夜食は控えましょう!」と警告するなど、不規則な時間帯での食事や煙草の吸いすぎを認識し、警告を表示して健康的な生活をするようアドバイスする。また、トイレの間隔を検出し、

	Accuracy																					
Walking indoors	3744	209	95	3542	291	41	575	81	942	418	0.37	17499	671	277	2773	275	132	33	22	196	28	0.79
Standing indoors	1478	3580	225	377	187	274	888	137	6001	230	0.26	965	12345	374	223	1255	75	592	0	340	8	0.76
Sitting indoors	1581	1374	46232	121	85	2861	3	22380	193	38961	0.40	1470	947	106944	358	927	4669	187	1043	1	1375	0.90
Walking outdoors	308	141	33	6765	571	1	1067	12	951	107	0.67	3116	75	21	32144	542	15	26	0	34	0	0.89
Sitting outdoors	446	209	2	17	86	53	55	1	80	2	0.09	5	63	0	299	3743	1	0	0	101	0	0.88
Sitting and having a meal	457	57	9958	275	79	4443	21	2715	274	5188	0.18	22	14	1774	0	14	34327	0	0	0	0	0.94
Going to the toilet and standing	28	3	23	27	118	0	29	0	48	0	0.10	2	0	0	0	1	0	1669	3	0	0	0.99
Going to the toilet and sitting	0	1	517	0	3	77	0	100	0	247	0.10	0	0	8	0	0	0	0	948	0	4	0.98
Standing and smoking	152	1962	130	1	1732	52	1282	0	1087	182	0.16	0	64	0	5	127	0	258	0	7658	0	0.94
Sitting and smoking	152	0	593	23	0	483	0	471	0	641	0.27	0	0	0	3	8	194	0	0	13	3118	0.93

(a) 加速度センサのみ

(b) においセンサ+加速度センサ

図 5. 加速度センサと組み合わせた場合のコンテキスト認識結果



図 7. におい出力デバイス

いつもと比べてトイレ間隔が長い場合、水分の摂取や繊維質の多い食品を推薦したり、食事間隔を蓄積することで、食事に適した時間になったら自動的に近所のレストランを提示する。さらに、食べ歩きや歩き煙草、部屋で悪い姿勢で作業中、といったにおいと加速度を組み合わせたコンテキストを認識し、正しいマナーで生活するよう忠告する。

パーソナル消臭システム: 認識したにおいに対して、不快なにおいであれば自動的に適した消臭を行う。消臭には、筆者らが開発した小型のにおい入力デバイス⁷を使用する。このデバイスは、コマンドにより動的に動作を変更でき、細やかなにおい出力制御ができるため、利用者の嗅覚の麻痺を防ぎながらにおいを出力できる。例えばトレーニングなどで出た汗を認識し、香水などを出力して体臭をコントロールしたり、居酒屋やカラオケ BOX で衣服についた煙草のにおいを消臭する。

においマーカ: 提案システムは場所のにおいデータを場所と関連づけて記録できるため、後に同じにおいデータが得られたときにそれをトリガとしたサービスが起動できる(その場合のコンテキストはすべて B 群として記録される)。また、識別しやすいにおいを発する香り出力するデバイスを配置することで、画像マーカ等を用いることなく特定の場所をシステムが識別できる。例えば、におい入出力デバイ

スを環境に設置してにおいを出力し続けることで、においセンサを装着したユーザはにおいデータをもとに自分の通過した点を認識できる。従来のビジュアルマーカのように画像処理を行わず、目に見えないにおいマーカにより広告の表示や街案内などを香りとともに出力することも可能となる。

6 まとめと今後の課題

本研究では、装着型においセンサを用いたにおいに基づくコンテキスト認識手法を提案した。従来システムで用いられる加速度センサなどでは認識困難な食事やトイレなどの状況をにおいの特性を考慮した手法で認識し、評価実験から食事 95%、トイレ 100%の認識率を達成した。また、加速度センサと組み合わせて詳細なコンテキスト認識を行い、においセンサが加速度センサに対して補助的に利用可能であることを示した。さらに、提案手法を用いた応用システムを紹介した。

なお、本論文はウェアラブルコンピューティング分野のプレミアカンファレンスである国際会議 ISWC において発表した 4 ページショートペーパー [14] をベースとしている。本稿では詳細な評価および応用アプリケーションについて議論している点が異なる。WISS 査読方針²に基づきここに示す。

謝辞

本研究の一部は、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(さきがけ)および文部科学省科学研究費補助金基盤研究(A)(20240009)によるものである。ここに記して謝意を表す。

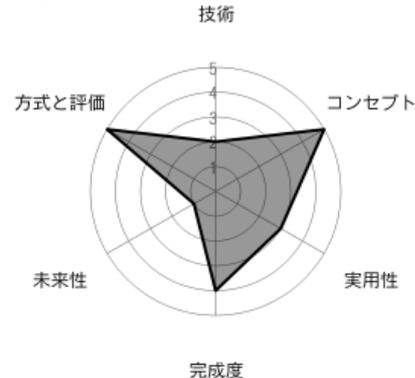
参考文献

[1] Toda, M., et. al.: Wearable Biomedical Monitoring System Using TextileNet, *Proc. Int'l Sympo-*

² <http://www.wiss.org/WISS2011/CFP.html>

- sium on Wearable Computers (ISWC 2006), pp. 119–120 (2006).
- [2] Shen, C. L., et. al.: Wearable Band Using a Fabric-Based Sensor for Exercise ECG Monitoring, *Proc. Int'l Symposium on Wearable Computers (ISWC 2006)*, pp.143–144 (2006).
- [3] 中本高道ほか: 匂いセンシングシステム, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-C-I, No. 4, pp. 156–164 (1999).
- [4] 中本高道: 匂いの記録再生システムの開発, 検査技術, Vol. 12, No. 10, pp. 6–11 (2007).
- [5] 小林泰貴ほか: においを入出力とする小型デバイスの設計と実装, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集, pp. 605–613, (2009).
- [6] 上田芳弘ほか: においセンサを用いた居住者の活動認識-相関ルールによる認識率の向上-, 電気学会論文誌, Vol. 121-E, No. 6, pp. 343–350 (2001).
- [7] 中村友宣ほか: 二酸化炭素センサによる鉄道車内混雑度推定を用いたウェアラブル学習システムのための利用者コンテキスト認識, 電子情報通信学会技術研究報告 (MVE), Vol. 107, No. 554, pp. 49–54 (2008).
- [8] Svenska Aeroplan AB 社, <http://www.saab.com/>.
- [9] 山田一郎: 匂いセンサーの研究最前線, NATURE INTERFACE 2008, No. 39, p. 9 (2008).
- [10] ソンヨンア, 箕 康明, 高橋桂太, ドロネーション ジャック, 苗村 健: 匂い情報を手掛かりにしたライフログシステムにおけるイベント検出手法の基礎検討, 信学技報, Vol. 109, No. 75, pp. 95–100 (2009).
- [11] 太田黒滋樹ほか: インタラクティブ嗅覚ディスプレイと香る料理体験コンテンツへの応用, 電気学会研究会 (CHS), Vol. 2006, No. 19, pp. 63–68 (2006).
- [12] Sung, M., et. al.: LiveNet: Health and Lifestyle Networking Through Distributed Mobile Devices, *Proc. of Workshop on Applications of Mobile Embedded Systems (WAMES 2004)*, pp. 15–17 (2004).
- [13] Honicky, R., et. al.: N-SMARTS: Networked Suite of Mobile Atmospheric Real-time Sensors, *Proc. of ACM SIGCOMM Workshop on Networked Systems for Developing Regions (NSDR 2008)*, pp. 25–30 (2008).
- [14] Kobayashi, Y., Terada, T., and Tsukamoto, T.: A Context Aware System Based on Scent, *Proc. of Int'l Symposium on Wearable Computers (ISWC '11)*, pp. 47–50 (2011).

アピールチャート



未来ビジョン

においはいうまでもなく人間の感情や行動に大きな影響を与える。においを敏感に感じ取る能力を高めることは生活を豊かに、また安全におくために必須であると言える。ところが現状は、消臭剤、芳香剤、香水などまさしく「臭いものに蓋をする」無理矢理なにおい制御が氾濫しており、においと人間との関係を向上させようという意図が見られない。

においを感じ取る能力には個人差があるが、たとえば健康診断では視力検査や聴力検査があるもののにおい識別検査は行われていない。このにおい軽視の現状を打破するためには、日常生活においてにおいを意識させる必要がある。提案システムが発展すれば、においの常時可視化および提示が可能となり、人々はにおいと提示情報をセットで認知することで、においへの興味増大および認知力自体の向上が期待できる。また、においをトリガとしたシステムによって、人々は

においに対して能動的に行動するようになる。昔から「臭い物身知らず」と言われるように、自分のにおいは自分ではわからない。客観的に見るシステムを提供することでこれまでの常識は変わるのである。

最終的には、物作りをする際、重さや手触りを考慮して材質を選ぶのと同様に、においのデザインに沿って素材や形状が選択されるようになるだろう。つまり、提案システムの最終ゴールは「においデザイナーの育成」「においの価値向上」「人類のにおい識別能力向上」「目にはメガネ、耳には補聴器、鼻には補香器」「自分が臭いのに気づく」といった要素を実現することである。

においのデザインが可能になっても、人間のにおい認知能力が高ければ「梅檀は双葉より芳し」と言われるようによいものはちゃんと香る。においの研究とは、においの隠蔽や改変、生成を行うと同時に、人間のにおい認知能力を高めることが大事であり、そのような観点で我々は研究を進めていく。