

実世界オブジェクトへのリマインダ登録インターフェースの実装と評価

呉 健朗¹ 堀越 和¹ 富永 詩音¹ 中村 仁汰¹ 宮田 章裕¹

概要: 我々の日常生活において、ある物 (オブジェクト) に対し、特定日時までに実行しなければならないというタスクは数多い。タスクの実行忘れを防ぐためにはリマインダアプリの利用が考えられるが、“賞味期限が切れるまでに菓子を食べる”といったように、タスク内容を文章で表現した上でシステムに入力する必要があり、手間がかかる。この問題を解決するために、我々は、“タスクが存在する”という情報をオブジェクトに直接物理的に登録するモデルを考案した。これにより、ユーザはオブジェクトを視認するたび、それに関するタスクが存在することを把握でき、自分の記憶を辿ってタスク内容を認識できる。このモデルを実現するための具体的な手段として、オブジェクトにクリップを装着することでリマインダを登録する方式を提案する。これは、規定時間を記憶したクリップをオブジェクトに装着するだけで、リマインダを設定できるというコンセプトである。クリップにはフルカラー LED が付いており、色・点滅によってタスクの存在と期限情報を表現する。プロトタイプシステムを用いた検証実験では、提案システムのインターフェース操作性、日常生活中における実用性について、それぞれ一定の有効性が確認できた。

Implementation and Evaluation of A Reminder Registration Interface for Real Environment Objects

KENRO GO¹ NAGOMU HORIKOSHI¹ SHION TOMINAGA¹ JINTA NAKAMURA¹ AKIHIRO MIYATA¹

1. はじめに

日常生活において、ある物 (オブジェクト) に対し、特定日時までに実行しなければならないというタスクは数多い。例えば、“借りた本を1週間後の返却日までに返す”、“貰い物の和菓子を賞味期限の4日後までに食べる”などが挙げられる。これらのタスクの実行忘れを防ぐために、スマートフォンのリマインダアプリの利用が考えられる。しかし、タスクをリマインダに登録するためには、“借りた本を読む”、“貰った和菓子を食べる”のように、タスク内容を言語化し、システムに入力する必要があり、手間がかかる。これが“顧客への見積資料を今日中に送付する”といった業務上のタスクなら、タスクの実行忘れを避けるのに見合う手間と言える。一方、本を読む、菓子を食べる、といった日常生活上のタスクに対して、言語化・入力する

ことは、ユーザにとって割に合わない手間と考えられる。

この問題を解決するために、我々はリマインダシステムのモデルを根底から見直した。まず、システムがタスク内容を記憶しなくても、ユーザはオブジェクトとそれに関する“タスクの存在”を視認すれば、自分の記憶の中からタスク内容を思い出せるという仮説を立てた。この仮説に基づき、ユーザが“タスクが存在する”という情報と期限情報を、オブジェクトに直接物理的に登録するモデルを考案した。これにより、ユーザはオブジェクトを視認するたび、それに関するタスクが存在することと期限情報を把握でき、自分の記憶を辿ってタスク内容を認識できる。

このモデルを実現するための具体的な手段として、オブジェクトにクリップを装着することでリマインダを登録する方式を提案する。これは、規定時間を記憶したクリップをオブジェクトに装着するだけで、リマインダを設定できるというコンセプトである。クリップにはLEDが付いており、色・点滅によってタスクの存在と期限情報を表現

¹ 日本大学文理学部
College of Humanities and Sciences, Nihon University

する。また、複数のクリップを付けることで時間の足し算ができる。例えば、オブジェクトに、保有時間が1日のクリップと12時間のクリップを付けることで、期日を1日半後とするリマインダを設定できる。これは、時間という実体のない情報を、クリップという物体を通じて操作するという実世界指向のインタフェースデザインである。

本稿の貢献は下記のとおりである。

- 日常生活におけるオブジェクトに関するリマインダを実現する際の、ユーザにとって負担が少ないシステムモデルを考案したこと。
- 上記モデルの実現例として、オブジェクトにクリップを装着してリマインダを登録する方式を提案し、プロトタイプシステムを構築して有効性を検証したこと。

2. 関連研究

2.1 リマインダ

本節では、リマインダの研究事例について述べる。一般的にリマインダとは、将来行うタスクを記録・通知するシステムである。将来行うタスクの内容は多岐に渡るが、Time-based task と Event-based task に大別できる [1][2][3]。

Time-based task とは、特定時刻になったら／特定時刻までに行うタスクである。特定時刻になったら行うタスクのリマインダについては、該当時刻になると通知を行う機能が多くのスマートフォンに搭載されている。他にも、過去のタスク発生時刻に基づき、適切なタイミングで通知を行うシステム [4] や、リマインダの作成時刻・タスク内容に基づき、通知時刻を自動設定する研究事例がある [5]。特定時刻までに行うタスクのリマインダについては、タスク完了期日が近づくにつれてユーザにとって不快な通知を行い、早期のタスク完了を促すシステム [6] がある。また、健康状態記録といった日々行われるようなタスクについては、スマートフォンのロック解除時にタスク通知を行うシステム [7] がある。

Event-based task とは、人、場所、状況、物に関するタスクである (例：特定の人に会ったときに行うタスク)。人に関するタスクのリマインダとしては、事前に登録した条件に合致する人が近づくと通知してくれるデバイス [8] がある。場所に関するタスクのリマインダについては、GPS を用いて該当位置に到着したことを検知して通知を行う機能が多くのスマートフォンに搭載されている。Wi-Fi も併用して測位を行うことで、屋内外問わず利用できるリマインダもある [9]。状況に関するタスクのリマインダについては、カメラ・マイクを用いて現在のユーザの状況を推定し、状況に適した通知を送るデバイス [10] がある。ユーザコンテキストを管理する仕組み [11][12] に基づき、より複雑な状況に基づくリマインダを設定するツールもある [13]。物に関するタスクのリマインダについては、入力 (例：センサ) と出力 (例：スピーカ) を一体化したデバイスを家具な

どに装着し、ユーザが家具を利用する際に情報通知を行う環境を構築可能なシステム [14][15] がある。

2.2 実世界指向インタフェース

本節では、実世界のオブジェクトに情報を関連付ける研究事例について述べる。musicBottles[16] は、栓がされたボトルを用いる音楽演奏システムである。ボトルにはメロディが関連付けられており、開栓したボトルに該当する音が演奏される。Illuminating Clay[17] は、砂を敷き詰めたテーブルトップ・スクリーンを用いる景観デザインシステムである。砂で成形した地形モデルに対し、各位置の日照、風の流れなどの情報を関連付けられる。InfoBinder[18] は、机や書類などの実物体に対し、関連する情報を投影表示するシステムである。Pick-and-Drop[19] は、ペン型デバイスを用いてコンピュータ間で情報の送受信を行うシステムである。ペンでコンピュータ画面上のデータを選択し、他のコンピュータ画面にペンを接触させるとデータをそこに移動できる。MouseField[20] は、RFID タグを装着した日用品を特定の方法で動かすことで、それに関連する情報の参照・操作を行うシステムである。Push-pin[21] は、ピン型の物理タグを用いて機器間で情報を送受信する関係性を変更できるシステムである。

拡張現実空間を用いて実世界のオブジェクトや位置に情報を関連付ける研究事例も多い。ラジオマーカ [22] は、スピーカの音量を動的に制御し、実空間中の特定位置に音源を仮想的に関連付けるシステムである。Layer[23] は GPS や画像認識技術を用いて、実世界の店舗や印刷物に情報を関連付ける AR アプリである。ものびこん [24] は画像認識により、実世界オブジェクトにアイデアを関連付けることができる。Kappan[25] は、文字認識結果を分析することで、書籍内ページの一部をスマートフォンで撮影するだけで撮影位置を特定でき、その位置に情報を関連付けられる。Mediacup[26], [27] はユーザコンテキストを推測する試みであり、Smart-Its プロジェクト [14] へと発展した。Smart-Its では、日用品にセンサが装着されており、センサイベントをトリガとするアプリを利用できる。

3. 研究課題

3.1 研究対象

我々の日常生活において、“借りた本を1週間後の返却日までに返す”、“貰い物の和菓子を賞味期限の4日後までに食べる”といった、ある物 (オブジェクト) に対して特定日時までに実行しなければならないというタスクは数多い。本研究では、このような日常生活におけるオブジェクトに関する将来タスクを研究対象とする。

研究対象の位置付けをより明確にするために、これらのタスクが、将来行うタスク (以降、将来タスク) の中でどこに位置付けられるのか整理する。将来タスクは Time-based task

と Event-based task に大別できる [1][2][3]. Time-based task を詳細化し, 特定時刻までに行う将来タスクを By-time task, 特定時刻に行う将来タスクを On-time task としたとき, 本研究が対象とするのは By-time task である. また, Event-based task を詳細化し, 物, 人, 場所, 状況に関する将来タスクをそれぞれ Object-based task, Person-based task, Location-based task, Situation-based task としたとき, 本研究が対象とするのは Object-based task である.

上記より, 本研究が研究対象とする将来タスクは, 日常生活における By-time task かつ Object-based task である.

3.2 研究課題

将来タスクは一般的に, Step 1) 意図の形成, Step 2) 意図の記憶, Step 3) 意図の想起, Step 4) 意図の実行の 4 ステップからなるとされる [3][28]. 将来タスクを記録・通知することが目的であるリマインダには, Step 2・3 を支援することが求められるが, 日常生活における By-time task かつ Object-based task である将来タスクへの適用を考えると, 既存技術ではいくつかの問題を解決できていない.

1つ目の問題として, Step 2 を行う際に, 将来タスクを言語化しなければならない点がある. Step 2 を支援する研究事例もあるが, 将来タスクの実行日時の登録の手間を省くものにとどまっている [4][5]. そのため, 1章で述べたように日常茶飯事に対してタスク内容をいちいち言語化することは, ユーザにとって割に合わない負担だと考えられる.

2つ目の問題として, Step 3 を行う際に, 電子端末を操作したり, ウェアラブルデバイスを装着したりしなければならない点がある [6][7][8][9][10][13]. By-time task においては, タスクの期限までに Step 3 を数回行うことが多いと思われるが, 日常生活を対象とする本研究においては, 常にスマートフォンを携帯したり, ウェアラブルデバイスを装着している状況を前提とすることは避けたい.

3つ目の問題として, オブジェクトに情報を関連付けようとすると, 対象が限られている点がある. 実世界指向インタフェースの分野では, 実世界オブジェクトに情報を関連付ける手法が数多く提案されているが, 専用のボトル [16], テーブルトップ [17][18], ペン [19], 家電スイッチ [21] への適用を前提としており, 日常生活空間で, 出入りする種々のオブジェクト (借りた本や貰い物の菓子など) に汎用的に適用することは難しい. 画像認識などを利用して汎用的なオブジェクトに情報を関連付けるインタフェース技術もあるが [20][22][23][24][25], Step 3 を行うためにスマートフォンなどの携帯・装着が必要という2つ目の問題が解決できない. Smart-Its[14] を用いれば, 実世界の多様なオブジェクトを対象とできるが, 専門的なプログラミング知識が必要になるという問題がある.

上述の問題をふまえ, 日常生活においてオブジェクトに時刻情報を関連付ける目的において, 下記要件を満たす手

法の確立を研究課題として設定する.

研究課題

課題 1: タスクを言語化しなくても登録できる

課題 2: 電子端末を携帯・装着しなくてもタスク内容・期限を確認できる

課題 3: 日常生活空間中のオブジェクトに対して汎用的に利用できる

4. 提案方式

図 1 上段に示すように, 従来モデルでは, ユーザがタスク内容を言語化した上でシステムに登録する必要があり, これがユーザにとって負担であることは 3.2 節で述べたとおりである (課題 1). また, ユーザがシステムから通知を受けるとき, タスク内容と期限情報を把握するために電子端末 (例: スマートフォン, HMD) を携帯・装着する必要があった (課題 2). 専用のオブジェクトであれば, 電子端末を携帯・装着しないユーザに対しても情報通知ができる可能性があるが, この方法は日常生活空間中の様々なオブジェクトに汎用的に適用できない (課題 3).

そこで, 我々は, システムがタスク内容を記憶しなくても, ユーザはオブジェクトとそれに関する“タスクの存在”を視認すれば, 自分の記憶の中からタスク内容を思い出せるという仮説を立てた. この仮説に基づき, 考案したモデルを図 1 下段に示す.

このモデルでは, ユーザはタスク内容を言語化する必要はなく, “タスクが存在する”という情報と期限情報を, オブジェクトに直接物理的に登録する. すると, ユーザはこれらの情報が登録されたオブジェクトを視認するたび, それに関するタスクが存在することと期限情報を把握でき, 自分の記憶を辿ってタスク内容を認識できる.

このモデルを実現するための手段として, オブジェクトをクリップで挟むだけでリマインダを登録する方式を提案する. これは, 図 2 上段のように, 規定時間を記憶したクリップでオブジェクトを挟むだけで, By-time task かつ Object-based task のリマインダを登録できるというコンセプトである. クリップには LED が付いており, 色・点滅によってタスクの存在, 期限までの残り時間を表現する.

また, 図 2 下段のように, 複数のクリップを付けることで時間の足し算ができる. 例えば, オブジェクトに, 保有時間がそれぞれ 1 日と 12 時間のクリップを付けることで, 期日が 1 日半後のリマインダを設定できる. これは, 時間という実体のない情報を, クリップという物体を通じて操作する実世界指向のインタフェースデザインである.

この方式により, 3.2 節で述べた 3 つの研究課題が達成できると考えられる. 課題 1 については, タスクを言語化する必要はなく, オブジェクトにクリップをつけるだけでよい. 課題 2 については, 電子端末を携帯・装着する必要

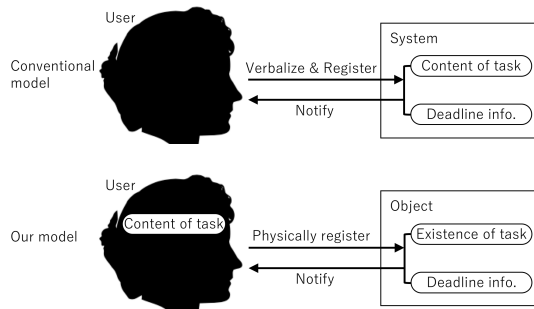


図 1: 既存モデルと提案モデルの違い

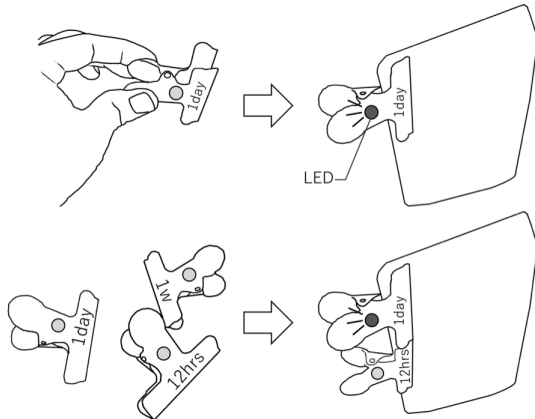


図 2: クリップ装着によるリマインダ登録のコンセプト

はなく、オブジェクトが視界に入るたびにタスクの存在・期限情報が確認できる。そして、我々の仮説が正しければ、ユーザはオブジェクトに関するタスク内容を自分の記憶から想起できる。課題3については、挟んで装着するだけのクリップ型インタフェースを採用したことで、日常生活空間中にある多くのものに適用可能である。

5. プロトタイプシステムの実装

今回実装したプロトタイプシステムは、複数のクリップ部と、1つのクリップ制御部からなり、これらは、WebSocketでリアルタイム通信を行っている。

クリップ部にはLEDと通電センサが装着されている。LEDは、期日までの残り時間に依りて、図3のように変化する。各色の中間状態はグラデーションで滑らかに補間される。LEDは、残り時間がある状態では点灯し、無い状態では点滅する。色の移り変わりを、緑、黄、赤という変化で表現したのは、日常生活で見慣れている信号機を参考にしてしている。図4はクリップがオブジェクトを挟む部分を真横から見た断面図であり、通電センサの構成を示す。クリップが物を挟む部分の先端には電極が設置されており、この電極間は、クリップに何も挟まれていない状態では通電し、何か挟まれている状態では通電しない。これにより、クリップが使用中か否かを判定する。図5に、実装したクリップの様子を示す。複数クリップの保有時間の足し算の概念(図2下段)も実装した。あるクリップAが使用



図 3: LEDによる残り時間表示

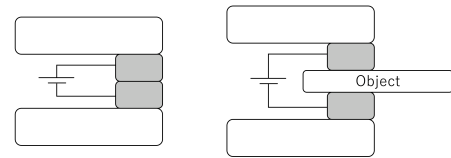


図 4: 通電センサによるクリップ使用検知

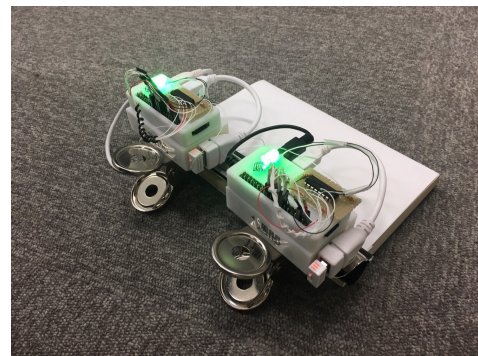


図 5: クリップ部の実装

開始されてから3秒以内に、他のクリップBが使用開始された場合、クリップA・Bは同一オブジェクトに対して取り付けられたと判定し、各クリップの保有時間が合算されて1つのリマインダとして機能するようにした。

6. 実験の全体像

本研究は日常生活中におけるタスクのリマインダに関する、新しいインタフェースとモデルを提案するものである。提案方式の有効性を確認するためには、日常生活においてシステムを利用し、検証を行うことが必要である。ただし、日常生活には様々な外因となる事象が存在する上に、各被験者の日常生活は多様である。そこで、本稿では、評価を段階的・厳密に進めるために、システムのインタフェースそのものの操作性の検証(7章)と、各被験者に共通する日常生活中における実用性の評価(8章)を行う。

7. 実験1: インタフェースの操作性の検証

7.1 実験条件

実験は大学の研究室内で実施した。被験者は大学生12名(男8, 女4, 全員20代)である。

ベースライン方式は、各自のスマートフォンに標準インストールされているリマインダアプリを用いた。なお、過去に提案手法・ベースライン手法を利用したことがある者は1人もいなかった。オブジェクトは、本(返却期限1週

間後)、牛乳パック(賞味期限2週間後)、ポテトチップス(賞味期限2ヶ月後)の3種類を用意した。

7.2 実験手順

被験者がリマインダを設定する際に要する作業時間を測定し、その後、操作性に関するアンケートを行う。

提案方式は、表1の3パターンP1, P2, P3を用意した。各パターンとも、4種類の保有時間(1日, 3日, 1週間, 3週間)のクリップが2個ずつ(計8個)あり、保有時間はクリップ上に記載してある(図6左)。P1はクリップの色はすべて同じだが、保有時間によってサイズが異なる。P2はクリップのサイズはすべて同じだが、保有時間によって色が異なる。P3は保有時間によって色もサイズも異なる。

被験者には、提案/ベースライン方式とも、操作方法を説明し、上記オブジェクト以外のもので練習をしてもらった。その後、下記の手順で実験を行い、各方式・各オブジェクトについて、Step 2 から Step 3 までに要する作業時間を測定した。このとき、順序効果を相殺するため、被験者が取り組む方式の順番とオブジェクトの提示順番はランダムとした。また、Step 1 から Step 3 は、実装したプロトタイプシステムの形状が実験に影響を与えないように、被験者が日常的に使用しているクリップを実験に使用した。

Step 1: 提案方式の場合はクリップが入った不透明な箱を被験者の前に置く。ベースライン方式の場合は被験者のスマートフォン上でリマインダアプリを起動してもらう。

Step 2: 実験者が無作為な順番でオブジェクトを選択して被験者の目の前に置き、被験者に「この期限は〇〇週間です」などと口頭で期限を通知する。提案方式の場合は通知直後に実験者がクリップが入った箱を開ける。

Step 3: 提案方式の場合は、被験者は箱から必要なクリップを選択してオブジェクトに装着する。ベースライン方式の場合は、被験者は自分でタスク名を考えた上で、リマインダアプリにタスク名・期限を登録する。

なお、Step 1 にて不透明な箱にクリップを入れた理由は、どの保有時間のクリップがどこにあるか事前に把握できないようにして、目的のクリップを探す時間も作業時間に含めるためである。実験の都度、箱を振ってクリップの位置がシャッフルされるような工夫も行った。Step 2 にて実験者が「この期限は・・・」のように、具体的なオブジェクト名を口にしなかったのは、ベースライン方式において被験者が考えるタスク名に影響を与えないためである。

上記の手順を終えた後に、5段階のリッカート尺度(5:とても思う~1:全く思わない)で回答する操作性に関するアンケートを行なった。被験者への質問を表2に示す。なお、提案方式についてQ6~8を質問する際には、被験者には[29]で実装した有線でつながれたプロトタイプシステム

表 1: 実験 1 の提案方式パターン

	保有時間			
	1日	3日	1週間	3週間
P1	緑, 20mm	緑, 30mm	緑, 50mm	緑, 65mm
P2	桃, 20mm	赤, 20mm	黄緑, 20mm	緑, 20mm
P3	桃, 20mm	赤, 30mm	銀, 50mm	青, 65mm



図 6: 実験 1 で用いたクリップ

表 2: 実験 1 の質問一覧

Q1	ベースライン/提案方式はリマインダ設定がしやすい
Q2	P1でサイズのみ差はクリップ選択の際に役立つ
Q3	P2で色のみ差はクリップ選択の際に役立つ
Q4	P3でサイズ・色の差はクリップ選択の際に役立つ
Q5	提案方式でクリップの時間の足し算の概念は分かりやすい
Q6	提案方式で機械ではないものを操作している感覚になれた
Q7	提案方式で残り時間がある場合のLED表示は分かりやすい
Q8	提案方式で残り時間がない場合のLED表示は分かりやすい

ム(図6右)を体験してもらった後に回答を求めた。

7.3 結果・考察

7.3.1 リマインダ設定時間の検証の結果・考察

図7に結果を示す。横軸はオブジェクトごとに集約した各方式、縦軸は全被験者の平均作業時間(秒)を表す。どのオブジェクトについても、提案方式P1~3がベースライン方式より作業時間が短かった。提案方式とベースライン方式の間でt検定を行うと、ポテトチップスの場合のP1とベースライン方式間を除いて、5%水準で有意差が確認できた。ここから、提案方式はベースライン方式よりも作業時間が短く、操作性の観点において優位なアプローチであることが示唆される。

この結果が得られた理由を2つの観点から考察する。1つ目は、タスク名称の考案・入力コストである。提案方式ではクリップをオブジェクトに取り付けるだけなので、タスクの名称を考案・入力する必要が無い。一方、ベースライン方式は、タスク名称を考案してアプリにテキスト入力する必要があり、これが作業時間の増大に影響していると思われる。大半の被験者が“本返却”、“ポテチ賞味期限”などの短いタスク名を考案していたが、これでも入力には10秒以上要する被験者が多かった。

2つ目は、期限情報の入力コストである。提案方式では、箱の中にランダムに置かれたクリップの中から、必要なクリップ(例:期限が6日なら3日クリップ2個)を選ぶだ

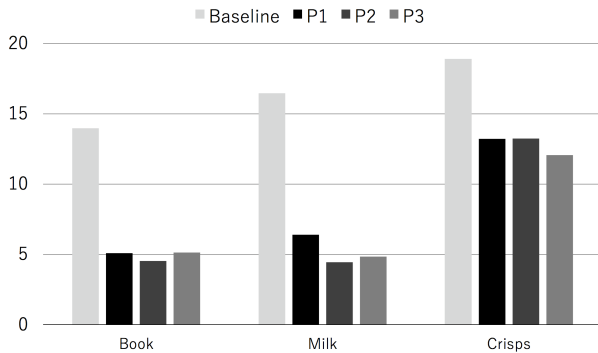


図 7: 実験 1 における平均作業時間 (秒, N=12)

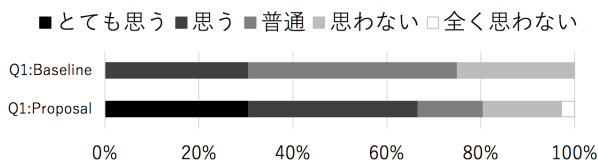


図 8: 実験 1 Q1 の回答 (N=12)

けで良い。一方、ベースライン方式では、アプリのダイヤル型インタフェースを操作して期限の日時を設定する必要があった。多くの被験者が、この操作に苦戦しており、一部の被験者には入力ミスによるリトライが生じていた。ただし、提案方式においても、期限が2ヶ月後の場合(ポテトチップス)は多少作業に時間がかかる被験者がいた。用意されたクリップで2ヶ月の期限を設定するためには、1週間と3週間クリップを2個ずつポテトチップスの袋に取り付ける必要があり、この作業に時間がかかっていた様子が観察された。とはいえ、この場合においても、ベースライン方式よりは短い時間で作業を完了していた。

なお、提案方式 P1, P2, P3 間で作業時間を比較したところ、一部を除いて有意差は確認できなかった。クリップの色・サイズが作業時間に与える影響は、今後も継続して検証していく予定である。

7.3.2 操作性に関するアンケートの結果・考察

Q1 の回答結果を図 8 に示す。リマインダ設定がしやすいかという問に対し、“とても思う” または “思う” と回答した被験者は、ベースライン方式では 31%，提案方式では 67% であった。両方式に対するリッカード尺度の回答に Wilcoxon の符号順位検定を行うと、5% 水準で有意差を確認できた。ここから、提案方式はベースライン方式よりも操作性が高いことが示唆される。

また、Q2~8 の回答結果を図 9 に示す。クリップの色・サイズについて、Q2~4 の結果を確認する。“とても思う” と回答した被験者は Q2・3 で 17% であるのに対し、Q4 では 42% である。リマインダ設定に要する時間では P1~3 に顕著な差は見られなかったが、クリップ選択時の操作性の観点では P3 がもっとも高い評価となった。つまり、クリップの保有時間によって色・サイズの両方が異なる方が、

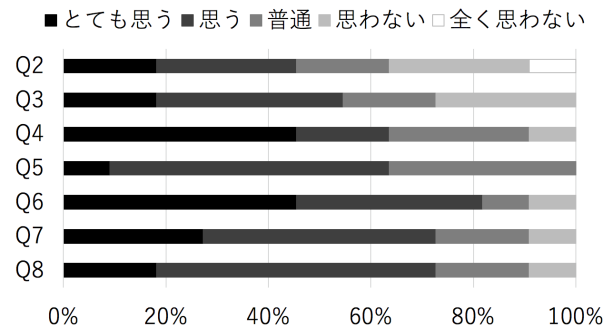


図 9: 実験 1 Q2~8 の回答 (N=12)

ユーザは利用しやすいと感じる傾向が見受けられる。この傾向が普遍的なものかどうか、今後も検証を継続したい。

提案方式の概念について、Q5・6 の結果を確認する。Q5 を見ると、クリップの時間の足し算の概念については、否定的な回答 (“思わない”, “全く思わない”) をした被験者はいなかった。多くのユーザに受け入れられやすい概念であることが示唆される。Q6 を見ると、機械ではないものを操作している感覚になれた被験者が大半である。これは、ユーザとシステムのインタフェースを、クリップという身近な日用品にした効果であると思われる。

LED 表示について、Q7・8 の結果を確認する。Q7・8 ともに、大半のユーザが “とても思う” ~ “普通” と回答している。ユーザに受け入れられていると判断できる。

8. 実験 2 : 日常生活における実用性の検証

8.1 実験条件

被験者は大学生 10 名 (男 9, 女 1, 全員 20 代) である。実験場所としては、被験者全員が登校日の大半を過ごす日常生活空間である研究室を選定した。オブジェクトは、本 2 種 (漫画, 小説), 菓子 2 種 (ポテトチップス, ゼリー), 書類 2 種 (レポート用紙, アンケート用紙) の計 6 種類を用意した。各オブジェクトは研究室内の図 10 の位置に設置する。なお、ポテトチップスは半透明なケースに収納し、ゼリーは冷蔵庫の上に設置している。

8.2 実験手順

被験者には、提案手法を利用してリマインダを設定する設定フェイズ 1 回と、その後約 1 週間ずつの間隔で、タスクを想起する想起フェイズを 2 回行ってもらった。各想起フェイズにおいては、タスク内容想起率と、残り期限の想起誤差について記録する。タスク内容想起率は、被験者が設定フェイズ時に設定したタスクと、想起フェイズ時に想起したタスクを比較して、正しく想起できているかを実験者 4 名が議論の上で判断し、算出する。残り期限の想起誤差は、各想起フェイズ時の実際の残り期限と、被験者が想起した残り期限を比較し、その誤差を算出する。なお、実際の残り期限・被験者が想起した残り期限とも、日を最小

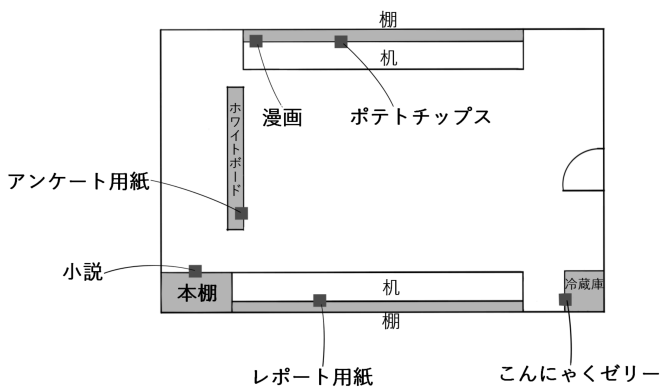


図 10: 実験 2 における対象物の設置場所

	P1	P2	BS
LEDの光	時間経過で変化 時間経過で変化 	変化しない 	点灯しない 

図 11: 実験 2 で用いたパターン

単位として誤差計算を行う。

実験は、図 11 のような提案手法 2 パターン P1, P2 と、ベースラインとして LED が取り付けられていないパターン (以降, BS) を用意し、上述の内容をパターン間で比較する。

8.2.1 設定フェイズの手順

被験者にシステムの使用方法を説明した後、各オブジェクト (図 10) に関するリマインダを設定してもらう。被験者がオブジェクトにクリップを装着した際、P1・P2 の場合は LED が緑色に光り、BS の場合は光らない。各オブジェクトに関するタスクと期限は被験者が任意に設定する。また、各オブジェクトに関するリマインダを設定するたびに、設定したタスクと期限を実験者に口頭で伝えた。被験者が実験時に使用するパターンは、順序効果を相殺するため、本、菓子、書類に対してそれぞれランダムに P1, P2, BS を 1 度ずつ使用するようにする。

8.2.2 想起フェイズの手順

想起フェイズでは、被験者が日常生活中にタスクを想起できるか検証する必要がある。そこで、実験場所 (研究室) における彼らの日常行動として、研究室の掃除を選定する。まず、被験者にボイスレコーダを渡し、研究室内を 5 分間かけて掃除を行ってもらった。研究室内は、被験者がタスク設定フェイズを行なった時の状態を再現している。このとき、P1 を利用して設定したリマインダの LED の光は、設定フェイズ時から経過した時間に則した状態に変化している。被験者には掃除の最中、タスク設定フェイズ時にリマインダを設定したオブジェクトに気付くたび、それに関するタスクと残り期限をボイスレコーダに記録させた。残り期限が切れている場合には、“期限が切れている”と記録さ

せ、タスクを設定したオブジェクトに気付かなかった場合は、実験者が未発見と記録した。

8.3 実験 2 の結果・考察

我々の提案は、(1) オブジェクトを視認するたび、それに関するタスクの存在に気づき、(2) 自分の記憶を辿ってタスク内容を認識できるというものである (4 章参照)。まず、(1) について、リマインダを設定したオブジェクトに気付けた割合を図 12 に示す。横軸は各想起フェイズ、縦軸は気付けた割合 (%) を表す。両想起フェイズにおいて、提案手法 P1, P2 はそれぞれ BS よりもリマインダを設定したオブジェクトに気付ける割合が高くなった。よって、LED のような、オブジェクトの存在に気づきやすくするアプローチは有効であったと考えられる。

次に、(2) について、リマインダを設定したオブジェクトに気付けた場合に、タスク内容を想起できた割合 (タスク内容想起率) を図 13 に示す。横軸は各想起フェイズ、縦軸は正しく想起できた割合 (%) を表す。リマインダを設定したオブジェクトに気付ければ、両想起フェイズ、全てのパターンで 95% を上回る精度でタスクを想起できていた。よって、ユーザはオブジェクトとそれに関する“タスクの存在”を視認すれば、自分の記憶の中からタスクを思い出せるという仮説は正しいと考えられる。また、残り期限の想起誤差については、想起フェイズ 1 では P1 が 13.3%、P2 が 4.6%、BS が 39.7% となり、想起フェイズ 2 では P1 が 5.5%、P2 が 2.0%、PS が 15% となった。また、期限切れに気付けた割合は、想起フェイズ 1 では P1 が 85.7%、P2 が 58.3%、BS が 37.5% となり、想起フェイズ 2 では P1 が 87.7%、P2 が 76.9%、BS が 75% となった。色の変化があるにも関わらず P1 が最も残り期限を正確に想起しやすい結果にならなかった理由としては、被験者が実験時以外の時間に LED の光の状態を確認していなかったため、時間経過とともに色が変化している様子を感じ取れなかったためだと考える。また、想起フェイズ 2 において全てのパターンが想起フェイズ 1 の時と比較して、残り期限の想起、期限切れの想起の双方で精度が向上している。これは被験者が一度自分の設定したタスクと期限を想起したことで、より記憶に期限が定着した可能性がある。

9. おわりに

本稿では、オブジェクトに関するリマインダを設定するシーンにおいて、“タスクが存在する”という情報をオブジェクトに直接物理的に登録するモデルを考案した。このモデルを実現するための手段として、オブジェクトにクリップを装着することでリマインダを登録する方式を提案し、クリップと LED を組み合わせたプロトタイプシステムを構築した。検証実験では、提案システムのインタフェース操作性、日常生活中における実用性について、それぞれ

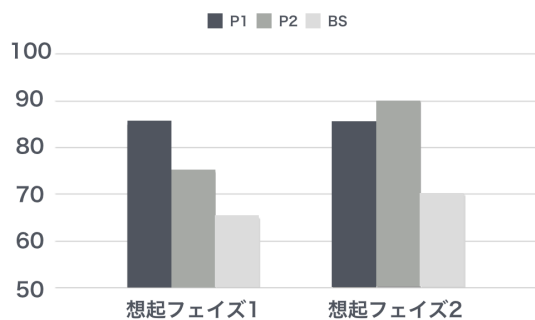


図 12: 想起フェイズ時にリマインダを設定したオブジェクトに気付けた割合 (% , N=10)

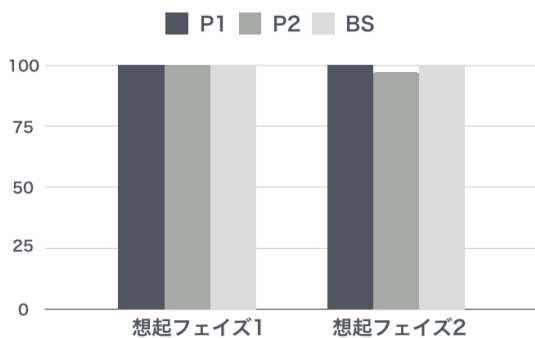


図 13: タスク内容想起率 (% , N=10)

一定の有効性が確認できた。

今後の課題としては、適用対象物の拡大がある。現在のシステムはクリップの使用の有無を通電センサによって行っているため、オブジェクトが導電物である場合は使用開始を検知できない。この問題は、クリップ開閉時の動作部に機械式の開閉センサを装着するなどの方法で解決できると考えている。

参考文献

- [1] Einstein et al.: Retrieval Processes in Prospective Memory: Theoretical Approaches and Some New Empirical Findings, *Prospective memory: Theory and Applications*, pp.115–141 (1996).
- [2] McDaniel et al.: Strategic and Automatic Processes in Prospective Memory Retrieval: A Multiprocess Framework, *Applied Cognitive Psychology*, Vol.14, No.7, pp.S127–S144 (2000).
- [3] Wang et al.: Exploring the role of Prospective Memory in Location-based Reminders, *Proc. UbiComp'14*, pp.1373–1380 (2014).
- [4] 石黒他: 食事行動予測に基づく食事情報記録支援と対話ロボットによる説得を利用したセルフモニタリング, *信学技報 (CNR)*, Vol.113, No.432, pp.55–60 (2014).
- [5] Graus et al.: Analyzing and Predicting Task Reminders, *Proc. UMAP'16*, pp.7–15 (2016).
- [6] 三島他: 不愉快な通知を利用した入力促進システムの提案, *DICOMO2013 シンポジウム論文集*, pp.1380–1386 (2013).
- [7] Zhang et al.: Examining Unlock Journaling with Diaries and Reminders for In Situ Self-Report in Health and Wellness, *Proc. CHI'16*, pp.5658–5664 (2016).
- [8] Korteum et al.: Close Encounters: Supporting Mobile Collaboration through Interchange of User Profiles.

- Proc. HUC'99, pp.171–185 (1999).
- [9] Lin et al.: A Location-based Personal Task Reminder for Mobile Users, *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.18, Issue 2, pp.303–314 (2014).
- [10] DeVaul et al.: The Memory Glasses: Towards a Wearable Context Aware, Situation-appropriate Reminder System In *CHI'00 Workshop on Situated Interaction in Ubiquitous Computing* (2000).
- [11] Dey et al.: A Context-Based Infrastructure for Smart Environments, *Managing Interactions in Smart Environments*, pp.114–128 (2000).
- [12] Salber et al.: The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled, *Proc. CHI'99*, pp.434–441 (1999).
- [13] Dey et al.: Cybreminder: A Context-aware System for Supporting Reminders, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.1927, pp.172–186 (2000).
- [14] Beigl et al.: Smart-Its: An Embedded Platform for Smart Objects, *Proc. SOC'03*, pp.15–17 (2003).
- [15] 宮田他: Use It Once, Then Use It As Usual: 家具の動作制約を利用したモーションマッチング手法, *情報処理学会論文誌*, Vol.57, No.1, pp.196–208 (2016).
- [16] Ishii et al.: musicBottles, *Proc. SIGGRAPH'99*, p.174 (1999).
- [17] Piper et al.: Illuminating Clay: A 3-D Tangible Interface for Landscape Analysis, *Proc. CHI'02*, pp.355–362 (2002).
- [18] Siio: InfoBinder: A Pointing Device for Virtual Desktop System, *Proc. HCI International'95*, pp.261–264 (1995).
- [19] Rekimoto: Pick-and-Drop: A Direct Manipulation Technique for Multiple Computer Environments, *Proc. UIST'97*, pp.31–39 (1997).
- [20] Masui et al.: MouseField: A Simple and Versatile Input Device for Ubiquitous Computing, *Proc. UbiComp'04* (2004).
- [21] 福地他: Push-pin: ピン型タグを用いたホームオートメーションのためのプログラミングシステム, *インタラクシオン 2010 論文集* (2010).
- [22] 吉川他: ラジオマーカ: 仮想オブジェクト位置に音像を再現する AR マーカ, *インタラクシオン 2010, Fresh From the Oven Session* (2010).
- [23] layer:<https://www.layar.com/>(last visited on 2016/8/10).
- [24] 吉野他: 実世界のモノと関連づけたアイデアの共有による発想支援システム「ものびこん」の開発と評価, *DICOMO2013 シンポジウム論文集*, pp.599–607 (2013).
- [25] Miyata et al.: Document Area Identification for Extending Books without Markers, *Proc. CHI'11*, pp.3189–3198 (2011).
- [26] Gellersen et al.: The MediaCup: Awareness Technology Embedded in an Everyday Object, *LNCS*, Vol.1707, pp.308–310 (1999).
- [27] Beigl et al.: Mediacups: Experience with Design and Use of Computer-augmented Everyday Artefacts, *Computer Networks*, Vol.35, No.4, pp.401–409 (2001).
- [28] Ellis: Prospective Memory or the Realization of Delayed Intentions: A Conceptual Framework for Research, *Prospective Memory: Theory and Applications*, pp.1–22 (1996).
- [29] 呉他: InfoClip: 実世界オブジェクトへのリマインダ登録インタフェースの基礎検討, *インタラクシオン 2017 論文集* (2017).