

InfoClip：日常生活空間中のオブジェクトへの リマインダ登録インタフェース

呉 健朗¹ 富永 詩音² 多賀 諒平² 宮田 章裕^{2,a)}

受付日 2018年4月16日, 採録日 2018年10月2日

概要：日常生活において、ある物に対して期日までに行う必要があるタスクは数多い。タスクの実行忘れを防ぐために、リマインダアプリケーションの利用が考えられるが、タスク内容の言語化・入力には手間がかかる。これがビジネスシーンにおける重要なタスクなら、タスクの実行忘れを避けるのに見合うコストといえるが、“賞味期限までに菓子を食べる”といった日常茶飯事には割に合わない負担である。この問題を解決するために、我々は“タスクが存在する”という情報と残り時間の目安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に、それに関するタスクの存在・残り時間の目安を把握でき、自分の記憶からタスク内容・期限を想起できる。このモデルの実現手段として、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、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方式である。クリップにはLEDが付いており、色・点滅でタスクの存在と残り時間の目安を表す。プロトタイプシステムによる検証実験では、提案システムの操作性、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を確認した。

キーワード：リマインダ, 実世界指向インタフェース, クリップ

InfoClip: A Reminder Registration Interface for Daily Life Objects

KENRO GO¹ SHION TOMINAGA² RYOHEI TAGA² AKIHIRO MIYATA^{2,a)}

Received: April 16, 2018, Accepted: October 2, 2018

Abstract: There are many tasks regarding objects by the specific date and time in daily life. To avoid forgetting handling the task, reminder applications are considered to be useful. However, these tools require some effort of the user to verbalize her/his task and input it to the system. To address this issue, we devised a model in which the user physically registers “the existence information of the task” to the object. This enables the user to notice the existence and remaining time of task regarding the object and recall the content of task every time she/he sees it. To realize this model, we propose **a method for registering the reminder to the object by attaching clips to it**. This makes it possible for the user to set the reminder only by attaching clips that has the specified duration information. Each clip has a full-color LED and displays the existence and remaining time of task using it. In the experiments, we confirmed the effectiveness of the proposed system on interface usability and practicality in daily life.

Keywords: reminder, real environment oriented interface, clip

1. はじめに

我々の日常生活において、ある物（オブジェクト）に関する処理を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。たとえば、“貰い物の和菓子を賞味期限の4日後までに食べる”、“図書館から借りた本を1週間後の返却日までに読む”などがあげられる。これらのタスク

¹ 日本大学大学院総合基礎科学研究科
Graduate School of Integrated Basic Sciences, Nihon University, Setagaya, Tokyo 156–8550, Japan

² 日本大学文理学部
College of Humanities and Sciences, Nihon University, Setagaya, Tokyo 156–8550, Japan

a) miyata.akihiro@acm.org

の実行忘れを防ぐための手段として、スマートフォンなどのリマインダアプリケーション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、“貰い物の和菓子を食べる”といったように、タスク内容を文章で表現したうえで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”といったビジネスシーンにおけるタスクであれば、言語化・入力の手間は、タスクの実行忘れを避けるのに見合うコストであるといえる。一方、菓子を食べるといった日常茶飯事に対し、タスク内容をいちいち言語化・入力することは、ユーザにとって割に合わない負担であると考えられる。

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。そして、この仮説に基づき、ユーザが“タスクが存在する”という情報と残り時間の目安情報を、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の存在と残り時間の目安を把握でき、自分の記憶をたどってタスク内容・期限を認識できる。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、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方式である。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残り時間の目安を表現する。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。たとえば、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と、期限が1日半後のリマインダを設定できる。

本稿の貢献は下記のとおりである。

- 日常生活空間中のオブジェクトに関するリマインダを実現する際に、ユーザが煩雑な機械操作を必要とせずリマインダを設定できる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、プロトタイプを構築したこと。
- 構築したプロトタイプシステムを用いて上記モデルの有効性について基礎的な検証を行い、ユーザがオブジェクトに関するタスクが存在することを認識するだけで、そのタスクの内容と期限を高い確率で想起できることを確認したこと。

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。将来行うタスクは多岐にわたるが、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/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としては、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いた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・タスク内容に基づいて、通知時刻を自動設定するシステムがある [5]。特定時刻までに行うタスクのリマインダとしては、タスク完了期日が近づくにつれて不快な通知を行って早期のタスク完了を促すシステム [6] や、スマートフォンのロック解除時に通知を行うシステム [7] がある。

Event-based task とは、物、人、場所、状況に関するタスクである。物に関するリマインダとしては、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通知を行うシステムがある [8], [9]。人に関するタスクのリマインダとしては、ある条件に合致する人が近づく通知するウェアラブルデバイス [10] がある。場所に関するタスクのリマインダとしては、該当位置に到着したことを GPS で検知し、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。また、Wi-Fi を併用して測位することで、屋内外問わず利用できるリマインダもある [11]。状況に関するタスクのリマインダとしては、カメラやマイクで現在のユーザの状況（例：階段を降りている）を推定し、状況に適した通知を送るウェアラブルデバイス [12] がある。ユーザコンテキストを管理する仕組み [13], [14] 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 [15]。

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。Illuminating Clay [16] は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 [17] 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。Push-pin [18] 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。MouseField [19] 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、日用品に関連する情報の参照・操作を行うシステムである。拡張現実感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・製品事例も多い。Layer [20] 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システムである。ものびこん [21] 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 [22] は書籍内の任意位置に情報を関連付けられる。Mediacup [23], [24] はユーザコンテキストを推測する試みであり、Smart-Its プ

プロジェクト [8] へと発展した。Smart-Its では日用品にセンサを取り付けるだけで、センサイベントをトリガとするアプリケーションを利用できる。

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中に気が付いたときに行えばよく、厳格に期日を守らなくても生活に支障が出ない、日常生活空間中のオブジェクトに関する将来タスクを研究対象とする。また、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、特定時刻になったら行う将来タスクを On-time task と呼称すると、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 と呼称すると、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、日常生活中に気が付いたときに行えばよく、厳格に期日を守らなくても生活に支障が出ない 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 [3], [25]。リマインダは将来タスクを記録・通知するものであり、Step 2・3の支援を行うものである。しかし、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、既存技術はいくつか問題がある。

第1に、既存技術では Step 2 を行う際にタスク内容を言語化しなければならないという問題がある。Step 2 を支援する研究事例もあるが、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おり、タスク内容の言語化が必要となる [4], [5]。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。第2に、既存技術では 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する必要があるという問題がある [6], [7], [10], [11], [12], [15]。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では、つねにスマートフォンを携帯、あるいは、ウェアラブルデバイスを装着した状況を前提とすることは避けたい。第3に、オブジェクトに情報を関連付けようとする場合、既存技術では対象が限られているという問題がある。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、テーブルトップ [16], [17]、家電スイッチ [18] への適用を前提としており、日常生活で家庭に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。マーカや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提案されているが [19], [20], [21], [22]、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 [8] 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、日常生活空間中のオブジェクトに関するリマインダを設定する目的において、下記を満たす手法の確立を研究課題として設定する。

課題1：タスク内容を言語化しなくても登録できる。

課題2：電子端末（例：スマートフォン、HMD）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、オブジェクトとは独立したシステムに登録する必要があり、これが3.2節で述べた種々の問題につながっていた。

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。この仮説に基づく提案モデルを図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”という情報と残

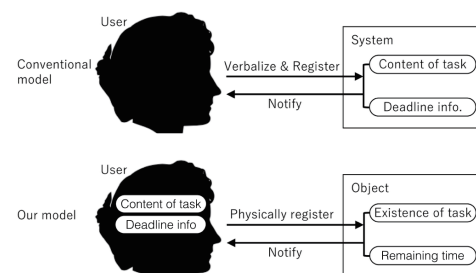


図1 既存モデルと提案モデルの違い

Fig. 1 The difference between the conventional model and our model.

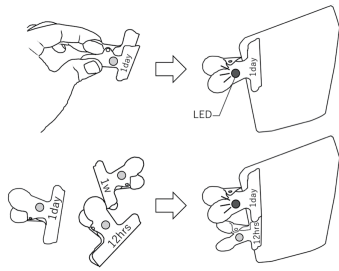


図 2 クリップ装着によるリマインダ登録のコンセプト

Fig. 2 The concept of registering a reminder by attaching clips.

り時間の目安情報をオブジェクトに直接物理的に登録する。すると、ユーザはオブジェクトを視認するたびに、それに関するタスクの存在と残り時間の目安を把握でき、自分の記憶をたどってタスク内容・期限を認識できる。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方式である。クリップには LED が付いており、色・点滅によりタスクの存在と残り期限の目安を表現する。また、図 2 下段のように、複数のクリップを付けることで保有時間の足し算ができる。たと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と、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。

なお、本提案システムの類似品として、棚などに貼り付けられる小型タイマなどの市中製品が考えられるが、提案システムでは、ボタン操作などによる時刻設定の必要がなく、締切までに必要なクリップを選択して挟むだけという、きわめて単純な操作だけでリマインダを設定できるという点で異なる。

この方式により、3.2 節の 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、タスク内容を言語化する必要はなく、クリップでオブジェクトを挟むだけでよい。課題 2 については、電子端末を携帯・装着する必要はなく、オブジェクトが視界に入るたびにタスクの存在・残り時間の目安が確認できる。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・期限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することで、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

本システムにおけるハードウェア構成とソフトウェア構成をそれぞれ図 3、図 4 に示す。図 4 に示すように、本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

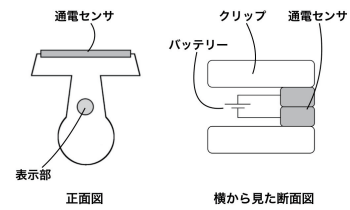


図 3 ハードウェア構成図

Fig. 3 The hardware architecture.

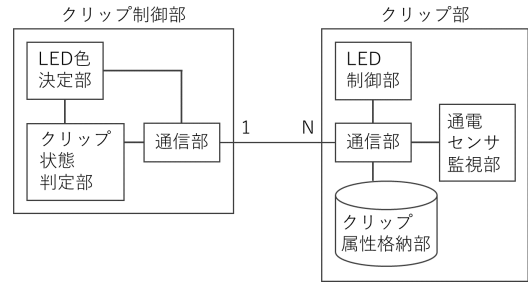


図 4 ソフトウェア構成図

Fig. 4 The software architecture.

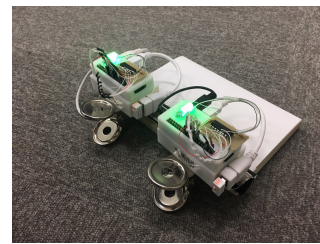


図 5 実装したクリップの様子

Fig. 5 The appearance of the clip.

プ制御部からなる。各クリップ部は、使用の有無をクリップ制御部へリアルタイムに無線通信で伝達する。

クリップ部：図 3 に実装したクリップ部、図 5 に実際に動作した状態のクリップの様子を示す。各クリップ部にはクリップ制御部と通信を行う通信部、タスク完了までの残り時間の目安の表示部として LED、使用検知部として、クリップの使用の有無を判定する通電センサを装着する。通信や LED 制御には小型で安価である Raspberry Pi Zero を使用する。

表示部：クリップに装着された LED は、設定した期日までの残り時間に応じて、図 6 のように変化する*1。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、設定した期日前では点灯し、期日をすぎると点滅する。
使用検知部：図 7 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、装着された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。

*1 日常生活で見慣れている信号機を参考に色を決定した。

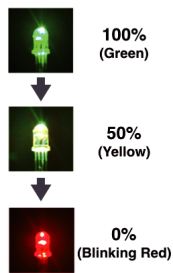


図 6 LED による残り時間表示

Fig. 6 The LED indicator for the remaining time.

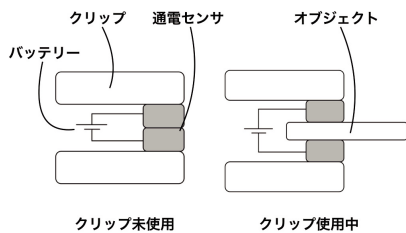


図 7 通電センサによるクリップ使用検知

Fig. 7 In-use detection using the electricity sensor.

クリップ制御部：クリップ制御部には Raspberry Pi を使用する。クリップ制御部は、(1) クリップに取り付けられた LED の状態決定、(2) 複数のクリップが同一オブジェクトに対して取り付けられているか否かの判定を行う。(1) は使用されたクリップの保有時間と、クリップの使用開始時刻からの経過時間をもとに、クリップに取り付けられている LED の点灯色を決定し、クリップ部に伝達する。(2) はあるクリップ a が使用開始されてから、他のクリップ b が使用開始されるまでの時間が一定時間以内ならば、クリップ a・b が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を合算して 1 つのリマインダとして機能させる (図 2 下段)。このときクリップ a・b で点灯する LED の色は同期させる。また、クリップ b が使用されるまでの時間が一定時間外ならば、クリップ a・b の保有時間は合算せず、別々のリマインダとして機能させる。

6. 実験 1：提案方式の操作性の検証

提案方式の操作性を確認するためには、ユーザがリマインダを設定する際の手間が減ったかどうか、操作方法は理解しやすいかどうかを検証する必要がある。これらの検証を行うために、被験者がリマインダを設定する際に要する作業時間の測定と、操作性に関するアンケートを行う。

6.1 実験条件

被験者は 20 代の大学生 12 名である。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 8 左)。P1 はクリップの色は同じだが、保有

表 1 実験 1 の提案方式パターン

Table 1 The patterns of the proposal method in Experiment 1.

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



図 8 実験 1 で用いたクリップ

Fig. 8 The clips used in Experiment 1.

時間によってサイズが異なる。P2 はクリップのサイズは同じだが、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。提案手法の効果を測定するための基準となるベースライン方式は、スマートフォンに標準インストールされたリマインダアプリケーションを用いた。なお、提案・ベースライン方式を利用したことがある者はいなかった。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)、袋入りポテトチップス (賞味期限 2 カ月後) の 3 種類を用意した。

6.2 実験手順

まず被験者には、提案・ベースライン方式の操作方法を説明し、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、提案するインタラクティブ方式によるユーザの手間の検証を行うため、クリップ制御部を付けずに実験した。

Step 1: 提案方式の場合は、実験者がクリップの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に自分のスマートフォン上でリマインダアプリケーションを起動してもらう。

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「これの期限は xx 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の入った箱を開ける。

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、リマインダアプリにタスク名・期限を登録する。

表 2 実験 1 の質問一覧

Table 2 The question list of Experiment 1.

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 でサイズのみはクリップ選択の際に役立つ
Q3	P2 で色のみ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った
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

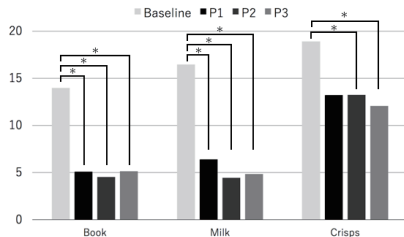


図 9 実験 1 における平均作業時間 (秒, N = 12)

Fig. 9 The mean operation time in Experiment 1 (sec, N = 12).

Step 1 で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。実験のつど、箱を振ってクリップの位置をシャッフルする工夫も行った。Step 2 で実験者が「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ければ、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。

上記の手順の後、5段階のリッカート尺度 (5:とても思う~1:まったく思わない) による操作性に関するアンケートを行った。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 については、被験者には有線につながれたプロトタイプシステム (図 8 右) を体験してもらった後に、将来的に無線化されることを考慮して回答してもらった*2。

6.3 結果・考察

6.3.1 リマインダ設定時間の検証の結果・考察

図 9 に結果を示す。横軸は使用したオブジェクト、縦軸は全被験者の平均作業時間 (秒) を表す。被験者が各手法を用いたときの作業時間を見ると、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。

*2 本実験時に無線化が完了していなかったため、有線版を用いた。

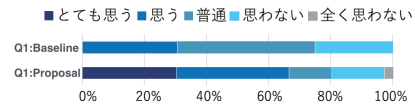


図 10 実験 1 Q1 の回答 (N = 12)

Fig. 10 The result of Q1 in Experiment 1 (N = 12).

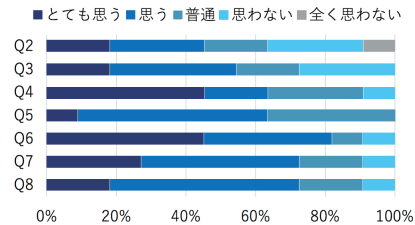


図 11 実験 1 Q2~8 の回答 (N = 12)

Fig. 11 The result of Q2-8 in Experiment 1 (N = 12).

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、提案方式ではクリップでオブジェクトを挟むだけなので、タスク名を考案・入力する必要がなかったからだと考えられる。ベースライン方式は、タスク名を考案した後にテキスト入力する必要があり、これが作業時間の増加に影響したと思われる。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、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、必要なクリップを選ぶだけでよかったからだと考えられる。ベースライン方式では、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。

なお、提案方式 P1~3 間で作業時間を比較したところ、一部を除いて有意差が見られなかった。クリップの色・サイズが作業時間に与える影響は継続して検証を行っていく。

6.3.2 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 10 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”、“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。両方式への回答に 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。よって、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、ユーザがリマインダの設定に要する時間が減り (図 9)、設定しやすいと感じたこと (図 10) から、操作時における認知的コストが低減できたと考えられる。

また、Q2~8 の回答結果を図 11 に示す。クリップの色・サイズについて、“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 が最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、作業時間の有意な差としては表出しなかったが、被験者の体感として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、今後も継続して検証を行っていく。

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”、“まったく思わない”）をした被験者がおらず、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”と回答しているので、ユーザに受け入れられたと判断できる。

なお、Q1～Q5の評価が良いほどリマインダの設定にかかる作業時間は短くなるため、これらの定性評価項目は平均作業時間（図9）という定量指標により裏付けができています。一方、Q6～Q8のような、定量評価を行えていないものについては、今後より妥当性が高い検証方法を検討する予定である。

7. 実験2：日常生活における実用性の検証

提案方式の実用性を確認するには、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、自分の記憶からタスク内容を思い出せるという仮説と、LEDによる残り時間の目安情報からユーザが期限を思い出せるかを検証する必要があります。よって本実験では、日常生活中において本システムを利用した場合の、タスク内容の想起率と、タスクを完了させるまでの残り期限の想起率の検証を行う。

7.1 実験条件

被験者は20代の大学生10名である。実験場所は、被験者の大学における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、研究室内の図12の位置に設置した。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た。実験には図13に示すような提案方式2パターンP1、P2と、ベースライン方式としてLEDが点灯しないパターン（以降、BS）を用いる。

7.2 実験手順

被験者には提案方式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、タスク内容を想起する想起フェイズを2回行ってもらおう（以降、想起フェイズ1、2とする）。各想起フェイズでは、タスク内容想起率と残り期限の想起誤差を実験者が記録する。タ

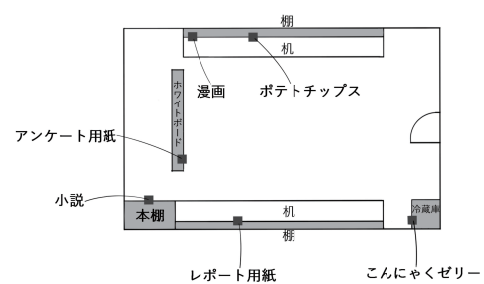


図12 実験2における対象物の設置場所

Fig. 12 Item positions for Experiment 2.

	P1	P2	Baseline(BS)
期限切れ前	時間経過で変化 	変化しない 	点灯しない
期限切れ後	点滅し続ける 	点灯し続ける 	点灯しない

図13 実験2で用いたパターン

Fig. 13 The pattern used in Experiment 2.

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内容と、想起フェイズ時に想起したタスク内容を比較し、実験者4名が正しく想起できているか議論のうえで判断し、算出する。残り期限の想起誤差は、実際の残り期限と、被験者が想起した残り期限を比較して算出する。なお、実際の残り期限・被験者が想起した残り期限とも、日を最小単位として誤差計算を行う。

7.2.1 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12）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とき、P1・P2の場合はLEDが緑色に点灯し、BSの場合は点灯しない。各オブジェクトに関するタスク内容・期限は被験者が任意に設定する。また、被験者は各オブジェクトに関するリマインダを設定するたびに、設定したタスク内容・期限を実験者に口頭で伝える。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した。

7.2.2 想起フェイズの手順

想起フェイズでは被験者がタスク内容・期限を日常生活中に想起できるか検証する必要があるため、実験場所（研究室）内における彼らの日常行動である掃除を行ってもらおう。

まず、被験者にボイスレコーダを渡し、研究室内を5分間掃除してもらおう。研究室内は、被験者が設定フェイズを行ったときの状態を再現した。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の経過時間に則した状態に変化する。被験者には掃除の最中、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

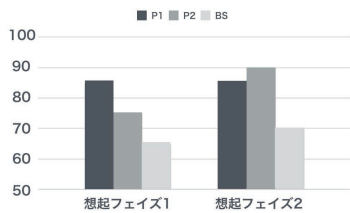


図 14 タスクが存在するオブジェクトに気付けた割合 (% , N = 10)
 Fig. 14 The rate of noticing task-related objects (% , N = 10).

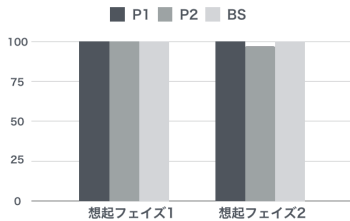


図 15 タスク内容想起率 (% , N = 10)

Fig. 15 The rate of recalling task contents (% , N = 10).

付くたび、それに関するタスク内容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と想起した場合は“期限切れ”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。

7.3 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・残り時間の目安に気づき、(2) 自分の記憶をたどってタスク内容・期限を認識できるというものである(4章)。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14に示す。両想起フェイズで、BSよりもP1、P2は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なしクリップよりも、LED付きクリップを取り付けた場合の方がオブジェクトの存在に気づきやすくするアプローチとして有効であったと考えられる。これは、LED付きクリップの場合、タスクのオブジェクトそのものに近づかなくても、遠方から光の有無を視認するだけでタスクの存在するオブジェクトに気付けたためだと考えられる。なお、今回はクリップをいっさい装着しないパターンとの比較は行っていないが、このパターンはLEDなしクリップを装着した場合よりもオブジェクトに気付ける割合はさらに低くなると思われる。

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いたとき、タスク内容想起率を図15に示す。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、すべてのパターンで95%を上回る精度でタスク内容を想起できていた。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内容を思い出せるという仮説は成立すると考えられる。

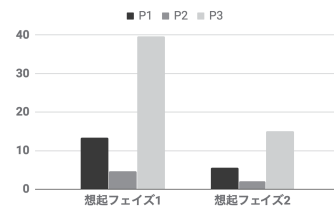


図 16 残り期限の想起誤差 (% , N = 10)

Fig. 16 The error rate of recalling the remaining time (% , N = 10).

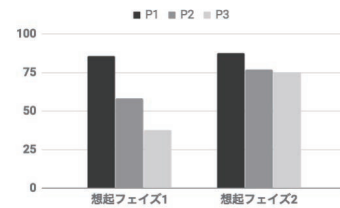


図 17 期限切れに気付けた割合 (% , N = 10)

Fig. 17 The rate of noticing overdue tasks (% , N = 10).

各想起フェイズにおける残り期限の想起誤差を図16に示す。想起フェイズ1ではP1が13.3%、P2が4.6%、BSが39.7%、想起フェイズ2ではP1が5.5%、P2が2.0%、BSが15%となり、両想起フェイズにおいて、LEDなしクリップよりもLED付きクリップをオブジェクトに取り付けた場合の方が、誤差なく残り期限を想起できていた。P1が時間の経過によってLEDの色が変化するにもかかわらず、最も想起誤差が少ない結果にならなかったのは、今回の実験条件においては数名の被験者が実験時以外の時間にLEDの光の状態を確認しておらず、時間経過とともに色が変化する様子を感じ取れなかったためだと考えられる。ただし、今回つねにLEDを見ていなかったものの、1週間の期間を開けたにもかかわらず、LEDの色の変化を確認できた被験者もいたことから、一定の有効性があると考えられる。今後は、被験者の生活空間中に、常時提案システムを設置した状態での実験を行う予定である。また、期限切れに気付けた割合を、図17に示す。想起フェイズ1ではP1が85.7%、P2が58.3%、BSが37.5%、想起フェイズ2ではP1が87.7%、P2が76.9%、BSが75%となり、両想起フェイズで、P1が最も期限切れに気が付きやすい結果となった。これは、P1は期限切れの前後でLEDの見た目に変化したためだと考えられる。

よって、残り時間の目安情報をLEDで表現することで、ユーザはタスクの期限を想起しやすくなると考えられる。

なお今後は、大規模なアンケート調査などを行い、本システムが対象とする日常茶飯事のタスクにおいて、どの程度の割合でタスクの存在に気付ければよいのか、また、どの程度の残り期限の想起誤差まで受け入れられるかどうかの検証を継続する予定である。

8. 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際に、“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、クリップでオブジェクトを挟むだけでリマインダを登録する方式の提案と実装を行った。検証実験では、提案システムの操作性、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。

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の検知を通電センサで行っているため、オブジェクトが導電物であると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れば解決できると考えている。

さらに、金銭的コストについても検討を深める必要がある。今回のプロトタイプは総額1,000円程度の市販品の組合せでできており、大量生産により価格はさらに低減できると考えている。どの程度の金銭的コストであれば、日常茶飯事におけるリマインダを設定する手間を軽減することに見合うとユーザが感じるかについても検証していく予定である。

また、本提案システムの類似品として、棚などに貼り付けられる小型タイマなどの市中製品が想定されるが、これらの製品と提案方式の違いについても、今後定量的に評価していく予定である。

参考文献

- [1] Einstein, G.O. 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, M.A. 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, Y. et al.: Exploring the role of Prospective Memory in Location-based Reminders, *Proc. UbiComp '14*, pp.1373–1380 (2014).
- [4] 石黒景亮ほか：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, D. et al.: Analyzing and Predicting Task Reminders, *Proc. UMAP '16*, pp.7–15 (2016).
- [6] 三島朋之ほか：不愉快な通知を利用した入力促進システムの提案, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集 (DICO2013), pp.1380–1386 (2013).
- [7] Zhang, X. 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] Beigl, M. et al.: Smart-Its: An Embedded Platform for Smart Objects, *Proc. SOC '03*, pp.15–17 (2003).
- [9] 宮田章裕ほか：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トラッキング手法, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.196–208 (2016).
- [10] Korteum, G. et al.: Close Encounters: Supporting Mobile Collaboration through Interchange of User Profiles, *Proc. HUC '99*, pp.171–185 (1999).
- [11] Lin, C.-Y. et al.: A Location-based Personal Task Reminder for Mobile Users, *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.18, No.2, pp.303–314 (2014).
- [12] DeVaul, R.W. et al.: The Memory Glasses: Towards a Wearable Context Aware, Situation-appropriate Reminder System, *CHI '00 Workshop on Situated Interaction in Ubiquitous Computing* (2000).
- [13] Dey, A.K. et al.: A Context-Based Infrastructure for Smart Environments, *Managing Interactions in Smart Environments*, pp.114–128 (2000).
- [14] Salber, D. et al.: The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled Applications, *Proc. CHI '99*, pp.434–441 (1999).
- [15] Dey, A.K. et al.: Cybreminder: A Context-aware System for Supporting Reminders, *Handheld and Ubiquitous Computing, HUC 2000, Lecture Notes in Computer Science*, Vol.1927, pp.172–186 (2000).
- [16] Piper, B. et al.: Illuminating Clay: A 3-D Tangible Interface for Landscape Analysis, *Proc. CHI '02*, pp.355–362 (2002).
- [17] Siio, I.: InfoBinder: A Pointing Device for Virtual Desktop System, *Proc. HCI International '95*, pp.261–264 (1995).
- [18] 福地健太郎ほか：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, pp.1–8 (2010).
- [19] Masui, T. et al.: MouseField: A Simple and Versatile Input Device for Ubiquitous Computing, *Proc. UbiComp '04, Lecture Notes in Computer Science*, Vol.3205, pp.319–328 (2004).
- [20] Layer, available from <https://www.layar.com> (accessed 2018-03-19).
- [21] 吉野 孝ほか：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, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集 (DICO2013), pp.599–607 (2013).
- [22] Miyata, A. et al.: Document Area Identification for Extending Books without Markers, *Proc. CHI '11*, pp.3189–3198 (2011).
- [23] Gellersen, H.-W. et al.: The MediaCup: Awareness Technology Embedded in an Everyday Object, *Handheld and Ubiquitous Computing, HUC 1999, Lecture Notes in Computer Science*, Vol.1707, pp.308–310 (1999).
- [24] Beigl, M. et al.: Mediacups: Experience with Design and Use of Computer-augmented Everyday Artefacts, *Computer Networks*, Vol.35, No.4, pp.401–409 (2001).
- [25] Ellis, J.: Prospective Memory or the Realization of Delayed Intentions: A Conceptual Framework for Research, *Prospective Memory: Theory and Applications*, pp.1–22 (1996).



呉 健朗 (学生会員)

1995年生。2018年日本大学文理学部情報科学科卒業。同年同大学大学院総合基礎科学研究科博士前期課程に進学，現在に至る。2017年VR学会サイバースペース研究賞，2018年情報処理学会GN研究賞。ヒューマンコン

ピュータインタラクションの研究に従事。



富永 詩音 (学生会員)

日本大学文理学部情報科学科に在学。ヒューマンコンピュータインタラクションの研究に従事。



多賀 諒平 (学生会員)

日本大学文理学部情報科学科に在学。ヒューマンコンピュータインタラクションの研究に従事。



宮田 章裕 (正会員)

2005年日本電信電話株式会社入社。2008年慶應義塾大学大学院博士課程修了。2016年より日本大学文理学部情報科学科准教授。ヒューマンコンピュータインタラクションの研究に従事。情報処理学会2017年度論文賞。

ACM, 日本バーチャルリアリティ学会, ヒューマンインタフェース学会, 日本データベース学会各会員。博士(工学)。本会シニア会員。