実世界オブジェクトを用いた
空間内における問題発見手法

令和元年度　卒業論文

日本大学　文理学部　情報科学科　宮田研究室

立花　巧樹

概要

国内外において，死傷者が発生するような事故が繰り返し報道されている．人類は事故事象に対応した事故防止対策として，技術的な対応をはじめとし，従来から様々な方法を模索してきた．しかし，大規模な将来起こりうる事故を未然に防ぐアプローチに集中し，生活空間における将来起こりうる事故を防ぐ研究事例は数少ない．生活空間における将来起こりうる事故の一つとして，乳幼児が窒息や誤飲等により死亡する事例も出ており，生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐことは重要であると考えられる．

本研究では，ユーザが生活空間において将来起こりうる事故を網羅的・効率的に予想できるようにすることを研究課題として設定する．研究課題を達成するため，本研究ではユーザが生活空間をデバイスを用いて撮影するだけで，Web 上から生活空間に適応した将来起こりうる事故を予想させる手がかりを提示するシステムを提案する．本システムを用いることで将来起こりうる事故を網羅的・効率的に予想できると考えられる．

本稿の貢献は次のとおりである．

- 空間内における問題発見手法を提案したこと．
- 上記のシステムを構築したこと．
- システムの有用性を検証するために実験を行ったこと．

目 次

第 1 章　序論 **1**
1.1　研究の背景 2
1.2　研究の目的 2
1.3　本論文の構成 2

第 2 章　将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例・ユーザの想像を支援する研究事例 **3**
2.1　将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例 4
2.1.1　特定の場所における将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例　4
2.1.2　情報を共有することで将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例　5
2.1.3　Web 上から情報を収集することで将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例 5
2.2　ユーザの想像を支援する研究事例 6

第 3 章　研究課題 **8**
3.1　問題の定義 9
3.2　研究課題の設定 10

第 4 章　空間内における問題発見手法の提案 **11**
4.1　アプローチ 12
4.2　空間内における問題発見手法の提案 12

第 5 章　空間内における問題発見システムの実装 **14**
5.1　システムの全体像 15
5.2　入力部の実装 15
5.3　分析部の実装 16
5.4　出力部の実装 19

第 6 章　評価実験 **20**
6.1　実験の目的 21
6.2　実験の概要 21
6.3　実験の手順 25

6.3.1 実験結果 26
6.3.2 考察 28

第 7 章 結論 **30**

参考文献 **32**

研究業績 **35**

図 目 次

4.1 提案手法の概念図 13

5.1 システムの構成図 15
5.2 場所選択一覧 16
5.3 分析部のフロー全体図 18
5.4 出力結果 19

6.1 研究室の全体 22
6.2 発言フォーマット 23
6.3 比較手法の出力結果 24
6.4 将来起こりうる事故の数の結果 (N=5) 26
6.5 将来起こりうる事故の多様性の結果 (N=5) 27
6.6 Q1. システムは将来起こりうる事故を予想するのに役に立つと感じましたか？(N=5) 27
6.7 Q2. システムによりすぐに将来起こりうる事故を予想することができましたか？(N=5) 28
6.8 Q3. システムの操作は手間に感じましたか？(N=5) 28

表 目 次

5.1 ストップワード一覧 18

6.1 オブジェクトの名称一覧 22
6.2 事故情報データバンクの検索項目にある「事故内容」一覧 25
6.3 アンケート項目 25

第1章　序論

1.1 研究の背景

国内外における死傷者が発生するような事故が繰り返し報道されている．人類は事故事象に対応した事故防止対策として，技術的な対応をはじめとし，従来から様々な方法を模索してきた．その結果，警視庁のデータによると平成 25 年から令和元年にかけて，交通事故による死者数は減少し続けていることがわかる [1]．しかし，生活空間における事故を防ぐ研究事例は数少ないように思える．[2] によると，生活空間で将来起こりうる事故の一つである，乳幼児が窒息や誤飲等により医療機関に救急搬送された人数は平成 25 年から平成 28 年にかけて毎年増えている．窒息や誤飲等により，乳幼児は最悪死亡するおそれがあり，生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐことは重要であると考えられる．

1.2 研究の目的

1.1 節で述べた問題は，既存技術には将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例，ユーザの想像を支援する研究事例を用いることで解決できるかもしれない．しかし，将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例では生活空間の様々な要因が考慮できていないという問題が存在する．また，ユーザの想像を支援する研究事例では，将来起こりうる事故の想像を支援する際に，事故と関連性の高い情報を出力することが困難であるという問題が存在する．そこで，生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐことを研究の目的とする．本研究では，上記の問題を解決するための手法の提案，システムの構築，提案手法とベースライン手法の比較実験を行い，提案方式を用いることで将来起こりうる事故を網羅的・効率的に予想することができるかどうか検証することを目的とする．

1.3 本論文の構成

本論文の構成は次のとおりである．

2 章では，将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例・ユーザの想像を支援する研究事例について述べる．

3 章では，既存の研究事例における問題を定義し，それを踏まえた上での課題を設定する．

4 章では，既存の研究事例で生じている問題を解決するためのアプローチとして，空間内における問題発見手法を提案する．

5 章では，はじめにシステムの全体像について述べたあと，入力部・分析部・出力部について順に述べる．

6 章では，実験の目的と概要，手順，実験結果と考察を述べる．

最後に 7 章にて，本論文の結論を述べる．

第2章　将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例・ユーザの想像を支援する研究事例

本研究は，将来起こりうる事故を網羅的・効率的に予想することで事故防止を目指すものであり，事故を把握する研究分野，事故を想像する研究分野に属する．本章では，将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例，ユーザの想像を支援する研究事例について述べる．2.1 節では，将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例について紹介する．2.2 節では，ユーザの想像を支援する研究事例について紹介する．

2.1　将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例

本節では将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例について述べる．2.1.1 項では特定の場所における将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例について紹介する．2.1.2 項では情報を共有することで将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例について紹介する．2.1.3 項では Web 上から情報を収集することで将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例について紹介する．

2.1.1　特定の場所における将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例

特定の場所における将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例として，[3]，[4]，[5]，[6]，[7]，[8]，[9] が挙げられる．

[3] は病院における医療・看護活動での将来起こりうる事故の把握を支援している．具体的には，患者に接する機会が最も多い看護師を対象に，業務を阻害しない小型センサを用いてこれまで見過ごされてきた業務中の日常行動をセンシングする．これに基づき業務に有用な知識を構築し，研修中の看護師などに知識を提供する．[4] は小型船舶における将来起こりうる事故の把握を支援するため，スマートフォンで動作する簡易 AIS システムである．AIS は船舶の識別符号・種類・位置・進路・速力・船行状態などを電波で送受信し，船舶及び陸上局との情報交換を行う装置である．実際に小型船舶を操縦している人にシステムを使用してもらい,「AIS 連携・危険察知・気象情報提示・操作性・システムの有用性」に対して調査を行ったところ，全ての項目で有効であることがわかった．[5] は地下鉱山の採掘における，作業監視者の操作ミスを防ぐことで，将来起こりうる事故の把握を支援している．システムは訓練中のユーザに監視役の専門知識を与えることで，未然に事故を防ぐことができる．また，システムはウェアラブルセンサを用いてユーザのストレス値をリアルタイムで検出しており，ストレス値が閾値を超えたら作業を終了させることで，事故を未然に防ぐことができると考えられる．[6] は作業現場における安全上の問題をリアルタイムでユーザに提示することで将来起こりうる事故の把握を支援している．システムはウェアラブルセンサとそれまでの作業におけるコンテキストから，将来起こりうる事故を予想する．また，作業における明らかな規則違反に対しては，システムは危険を知らせるだけでなく解決方法もユーザに提示することができる．[7] は作業中のユーザの不適切な動作をウェアラブルセンサを用いて検出し，リアルタイムで通知することで将来起こりうる事故の把握を支援している．実際に会社でシステムを使用してもらった結

果，作業者の安全性がより補強されたことがわかった．[8] は電気事業における設計保守や安全管理の場面における課題解決の手段として，VR 技術を中核とする可視化訓練システム用プラットフォームを構築し，将来起こりうる事故の把握を支援している．システムは 3 次元モデルの時間的・空間的な振る舞いを設定するためのライブラリが豊富に用意されている．これらに加えて，ヒューマンエラーの誘発機能や事故確率の設定，訓練中のダイナミックなシナリオ設定機能などの機能も実装している．ユーザはシステムを利用する際，ライブラリや機能を自在に組み合わせたりすることで様々なニーズに対応したコンテンツを制作することができる．[9] は安全に作業するために，VR を用いて作業することで将来起こりうる事故の把握を支援している．具体的には，頭・肩・腕・手にデバイスを取り付けトラッキングを行い，ユーザの作業内容に応じてユーザが装着している HMD に作業状況を提示する．

2.1.2 情報を共有することで将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例

情報を共有することで将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例として，[10]，[11] が挙げられる．

[10] はタブレット端末等のカメラ機能を使った AR 技術を用いて，実際の現場を歩きながら危険と思われる箇所を登録・共有することで，建設業における将来起こりうる事故の把握を支援している．システムの有用性を調査するために座学での安全教育とシステムを用いた安全教育における危険箇所の発見数と発見時間の変化に対する比較実験を行った．その結果，システムを用いた方が座学よりも危険箇所の発見数が 10 %向上したことがわかったが，危険箇所の発見時間にあまり差はなかった．[11] は防犯や交通事故防止のために，地域の安全情報を住民同士で共有することで将来起こりうる事故の把握を支援している．システムは地図関連のサービスとコンテンツ管理システム (CMS) を連携させることで，管理・運用が容易にできる点が他のサービスに比べ特徴である．システムの有効性を検証するためにフィールド実験を行い，その結果，安全情報の管理・共有に有効であると分かった．

2.1.3 Web 上から情報を収集することで将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例

Web 上から情報を収集することで将来起こりうる事故の把握を支援する研究事例として，[12]，[13]，[14] が挙げられる．

[12] は Web 文書から人の安全・危険に関する情報を収集・解析し，行動決定に役立つ文章を作成することで将来起こりうる事故の把握を支援している．Web から収集した文書から論述構造を解析を行うことにより，健康危機管理の専門家ではない個人でも，安全・危険に関する行動決定の背後にある根拠を俯瞰することができる．[13] は外出行動前

のユーザに有用な情報を提供するために，事前に入手すると役立つアドバイスを Web から獲得することで将来起こりうる事故の把握を支援している．アドバイス文とは，外出行動をするユーザの行為に影響を与える情報が記された文である．機械学習を用いてアドバイス文か否か，および，アドバイス文が外出行動前に参照しておきたいものか否かを判定することにより獲得している．システムの性能および各素性の妥当性を検証するため，評価実験を行った．その結果，アドバイス文獲得に用いた素性の妥当性と提案手法の有効性を示した．[14] らはオブジェクト名が与えられると，Web からオブジェクトに関連するトラブルを表す単語を抽出する手法を提案している．

2.2 ユーザの想像を支援する研究事例

ユーザの想像を支援する研究事例として，[15]，[16]，[17]，[18]，[19]，[20]，[21]，[22]，[23] が挙げられる．[15] は一定のカテゴリに分類されたテキスト情報をもとに連想辞書を作成し，ユーザが入力した単語と関連の高いキーワードを提示してユーザの想像を支援するシステムである．[16] はブレインストーミング中の会話内容に基づいてウェブから動的に画像を取得してユーザに提示することで想像を支援するシステム Idea Expander を開発している．ブレインストーミングが進むにつれ思考が収束し，新しいアイディアを出しにくい状況を生み出しているという仮説に対し，画像を提示することによる視覚的刺激が発想に及ぼす影響を検証している．提示する画像データベースは Flickr に投稿された画像 60 枚を用いて作成しており，それぞれの画像に付与されているタグを参考に，いくつかのカテゴリに画像を分類している．この分類をもとに，直近に議論されていたアイディアと関連する画像を提示している．[17] によると，すでに出たアイディアとの関係を考慮せず，画像をランダムに選択しユーザに提示した場合，ブレインストーミングを支援する効果は得られなかった．[18] はよく用いられる語や複数のキーワードのグルーピングを行い，入力内容と同じグループの語を提示することでユーザの想像を支援している．[15]，[16]，[17]，[18] のシステムにおいては，直近に出たアイディアと関連の強いアイディアがでるようにサポートされている．

[19] は文章から抽出した名詞の出現頻度や共起関係に基づいて話題空間を構築し，入力文に含まれる単語をもとに，関連度の強さが異なるキーワードを提示してアイディア生成に与える影響を議論している．関連度の強い単語，あるいは弱い単語をキーワードとして，直接提示する方法，連想検索を行った結果を提示する方法を比較した結果，共起度の低い単語の提示が発散的思考の支援に有効であるという結論が得られた．[20] は発想が苦手なユーザを対象とし，アイディア出しが停滞した際，テーマに関連した単語を提示して新たな連想のきっかけを与えることでユーザの想像を支援している．発想のテーマに関連したテキスト情報をウェブ上から事前に収集し，共起度をもとに単語をクラスタに分類する．システムは，ブレインストーミング中のユーザが入力したアイディアに含まれる単語がどのクラスタに含まれるかを検索し，共起度の低いクラスタから単語を選択し，ヒントとして提示する．[22] は生活の中で多くの情報と接するための「眺めるインタフェース」というシステムを作成することで，ユーザの想像を支援している．システムは

MemoriumKeywords というサイトで蓄積したキーワードをもとに，それらに関連する情報を継続的に Web 上から探し出し，水槽の中に浮遊するように動くカードとして常時提示する．[23] は実空間上の「もの」を見ることで視覚刺激を受け，新しいアイデアを発想できるということに着目している．そこで，特定物体認識技術を用いることで，身の回りの「もの」を介してアイデアを日常的に共有するシステム「ものぴこん」の開発を行っている.「もの」につけられたアイデアは，不特定多数のユーザと共有することができる．システムの発想への影響を検証するために，既存の発想方法との比較実験を行った．その結果，システムを用いて実空間における発想のきっかけを提供することは，発想の助けになる可能性を示した．

第3章　研究課題

3.1　問題の定義

生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐことは重要であると考えられる．生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐために，将来起こりうる事故の把握を支援するアプローチや，ユーザの想像を支援するアプローチが考えられる．

はじめに，将来起こりうる事故の把握を支援するアプローチについて考える．例えば [3]，[4]，[5]，[6]，[7]，[8]，[9] を用いればユーザは特定の空間において，生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐことができるかもしれない．しかし，これらのシステムは利用シーンが限定的であるという制約を持つため，生活空間で適用できるとは考えにくい．情報を共有することで将来起こりうる事故の把握を支援するシステム [10]，[11] を用いればユーザは利用シーンに限定されないため，生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐことができるかもしれない．しかし，これらのシステムは他者が予め特定の場所・物に記録した将来起こりうる事故しか予想することができない．また，各生活空間の至るところに他者が将来起こりうる事故を事前に記録しておくことは現実的ではない．Web 上から情報を収集することで将来起こりうる事故の把握を支援するシステム [12]，[13] を用いればユーザは事前に事故を記録する必要がないため，生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐことができるかもしれない．しかし，ここには 2 つの問題が存在する．1 つ目は，システムの入力はオブジェクトの名称のみとするため，生活空間の様々な要因を考慮できていないという問題が生じる点である．2 つ目は生活空間において将来起こりうる事故を予想するためには，オブジェクトの名称だけでなく，生活空間の利用者は誰であるのか，そのオブジェクトがどのように配置されているかなどの要因が非常に重要であり，システムはこれらの条件を加えなければ，ユーザに不適切な情報を与えるおそれがある点である．

次にユーザの想像を支援するアプローチについて考える．例えば，[15]，[16]，[17]，[18]，[19]，[20]，[21]，[22]，[23] を用いればユーザは様々な状況を想像することで生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐことができるかもしれない．しかし，ここには 2 つの問題が存在する．1 つ目はアイデア発想支援に特化しているため，多くの出力結果が事故とは関係性の低い単語の可能性が高い点である．2 つ目はシステムへの入力方法がキーボードであるため，生活空間に多くの入力対象が存在する場合，手間がかかってしまう点である．

上記より，生活空間における将来起こりうる事故を未然に防ぐタスクにおける問題は次のように定義できる．

問題 1：特定の場所に限定されてしまうこと
問題 2：他者が事故を事前に記録する必要があること
問題 3：生活空間の様々な要因が考慮できていないこと
問題 4：想像を支援する際に，事故と関連性の高い情報を出力することが困難であること
問題 5：入力方法が手間であること

3.2　研究課題の設定

3.1 節で定義した問題を踏まえ，本研究では，ユーザが生活空間において，将来起こりうる事故を効率的・網羅的に予想できるようにすることを研究課題として設定する．

第４章　空間内における問題発見手法の提案

4.1　アプローチ

3.2 節で設定した課題を達成するために本研究では，ユーザに提示する情報は断片的なものにするというアプローチに注目した．これにより，ユーザは断片的な情報を自身の思考で補うことで，あらゆる状況を想像し，将来起こりうる事故について網羅的に予想することができると考えられる．また，ユーザに適切な情報を提示するために，生活空間は多様であることに注目した．システムに入力する情報をオブジェクトの名称だけでなく，生活空間の利用者は誰であるのか，そのオブジェクトがどのように配置されているかなどの要因を含めることで，ユーザに適切な情報を与えられると考えられる．

4.2　空間内における問題発見手法の提案

4.1 節に基づき，本研究ではユーザが生活空間をデバイスを用いて撮影するだけで，Web 上から生活空間に適応した将来起こりうる事故を予想させる手がかりを提示するシステムを提案する．本システムのコンセプトを図 4.1 に示す．

本提案によって 3.1 節で述べた 5 つの問題を解決することができると考える．問題 1 について，本システムでは Web 上から情報を収集するため，特定の場所に限定されることはない．問題 2 について，問題 1 と同様で，本システムでは過去に過去に誰かが Web 上に投稿した将来起こりうる事故を参照することで事前に記録する必要がない．問題 3 について，本システムでは Web で検索する際に，生活空間の様々な要因をクエリとして含めることで解決することができる．問題 4 について，本システムでは Web から収集した事故に関連する情報をユーザに提示することで解決することができる．問題 5 について，本システムではユーザがデバイスを用いて撮影するだけであるため，手間がかからない．

以上より，5 つの問題を解決し，3.2 節で設定した研究課題を達成できると考えられる．

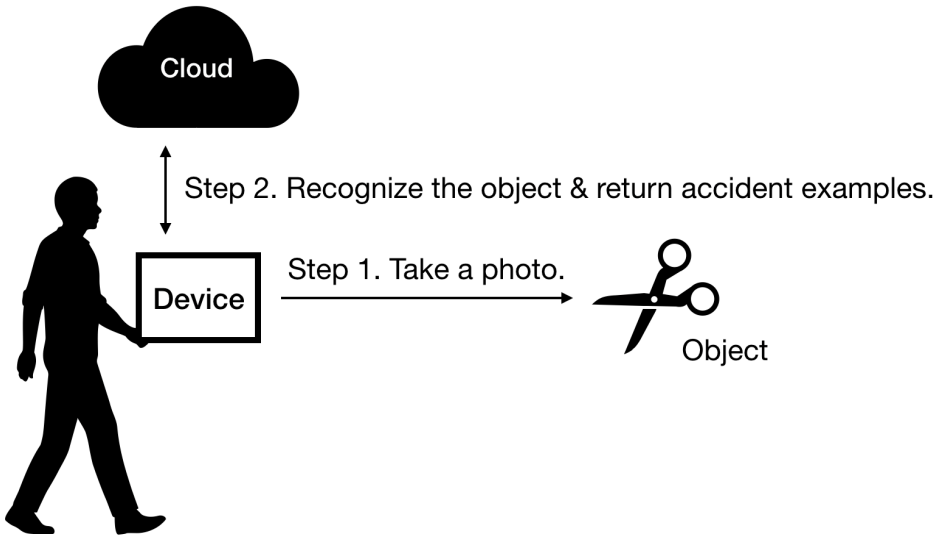

図 4.1: 提案手法の概念図

第5章　空間内における
問題発見システムの実装

5.1　システムの全体像

システムは入力部・分析部・出力部の 3 つから構成されている．システムの構成図を図 5.1 に示す．入力部は，一般名称及び場所の特定を行う．分析部は，入力部から受け取った一般名称に関連する将来起こりうる事故を予想させる手がかりを Web 上から収集する．出力部は分析部で収集した将来起こりうる事故を予想させる手がかりをユーザに提示する．デバイスは，背面カメラ付きでプログラムの実行が可能である Surface Pro 6 を用いた．ユーザはデバイスを用いてオブジェクトを撮影するだけでシステムに入力可能となり，将来起こりうる事故を効率的に予想することができると考えられる．

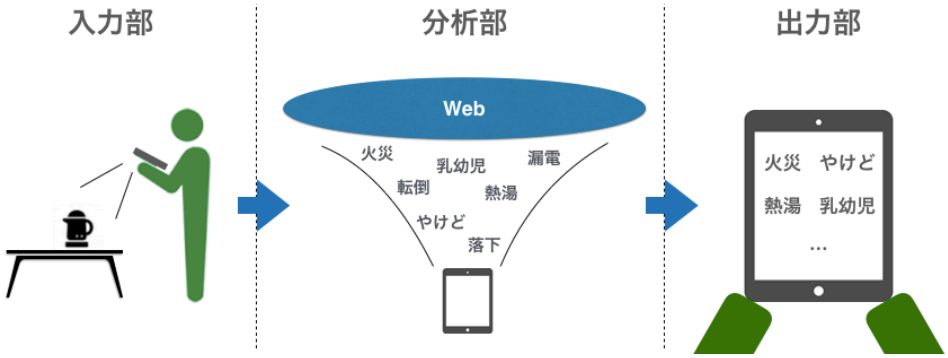

図 5.1: システムの構成図

5.2　入力部の実装

入力部では，一般名称および場所の特定を行う．はじめに一般名称の特定方法について述べる．ユーザはデバイスを用いてオブジェクトを撮影することで一般名称の入力を行う．本研究は一般名称特定において，QR コードによる物体認識手法を採用した．しかし，QR コードによる物体認識手法はオブジェクトに QR コードを貼る必要があるためユーザの負担になると考えられる．Wang らは Deep Leaning を物体認識に用いるべきだと述べている [24]．そのため，今後は Deep Learning を用いることで物体認識を実装する予定である．

次に場所の特定方法について説明する．ユーザは図 2 の右上にある Place ボタンから場所を設定することができる（図 5.2）．場所の選択肢は「未選択・研究室・自宅・保育園」とした．今後は場所の設定に加え，オブジェクトの配置位置，利用ユーザを設定できるようにする予定である．

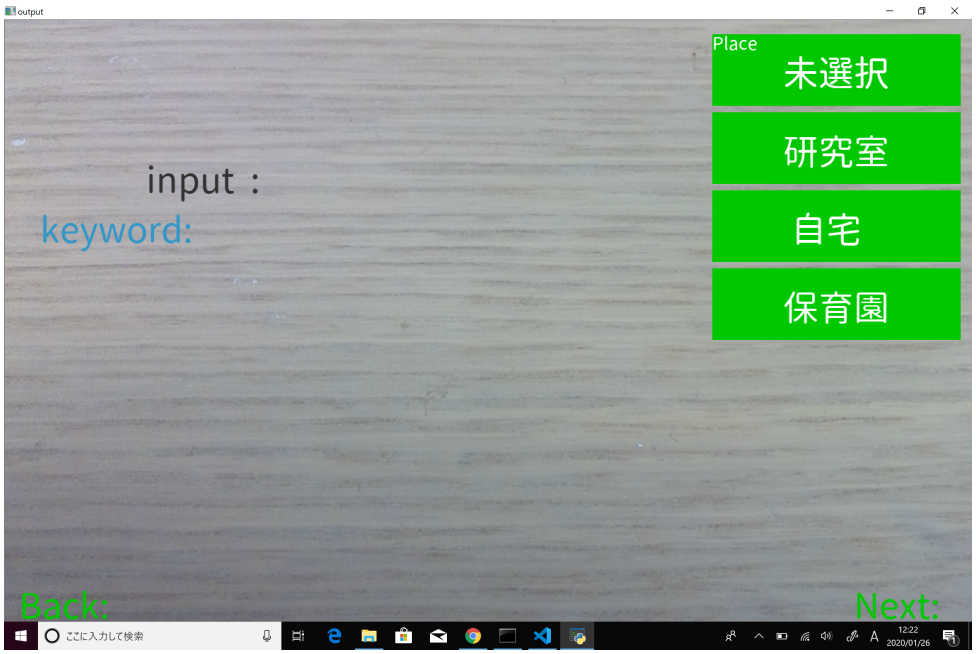

図 5.2: 場所選択一覧

5.3　分析部の実装

分析部では，入力部から受け取った一般名称に関連する将来起こりうる事故を予想させる手がかりを Web 上から収集する．本システムでは下記に示す Step1〜Step6 に分けて処理を行う．

Step1：Web search

Web 検索を行い，検索結果の HTML を取得する．検索クエリは入力部で取得した一般名称・場所を用いて“一般名称 AND 場所 AND（危険 OR 事故 OR 問題）”とする．なお，ユーザが場所の設定において「未選択」を選択していた場合，検索クエリは“一般名称 AND（危険 OR 事故 OR 問題）”とする．

Step2：Extract URL

検索結果の HTML から上位 30 件の URL を抽出する．URL を取得する際，ショッピングサイト・動画共有サイトなどは除外した．

Step3：Access web page

取得した URL の Web ページにアクセスし，HTML を取得する．処理時間を短縮するため，並列処理で Web ページに同時アクセスする．以降の処理も同様に並列処理で実行する．

Step4：Extract text

取得した HTML からテキストを抽出する．なお，HTML タグの id 属性もしくは class 属性に下記のいずれかの文字列を含むタグ内の本文は対象外とする．

style，script，header，footer

Step5：Collect words

取得したテキストから，事故に関連する単語を収集する．テキストを MeCab[25] により形態素解析を行った後，下記の条件を満たす単語を抽出する．

条件 1：単語の品詞は名詞である
条件 2：単語と事故の類似度が高い
条件 3：ストップワードに設定されていない

条件 1 は品詞が名詞でない単語は除外した．条件 2 は word2vec[26] を利用して形態素と事故の類似度（similarity）を算出し，0.1 未満の単語を除外した．条件 3 は条件 1，2 を満たすが，出力結果として適さないと考えられる単語をストップワードとして設定した（表 5.1）．

Step6：Merge & Sort

Step5 における条件を満たした単語を“（単語，出現回数）”のタプル型で配列に格納する．各 Web ページから得られた配列をマージする．また，配列の出現回数で降順にソートする．

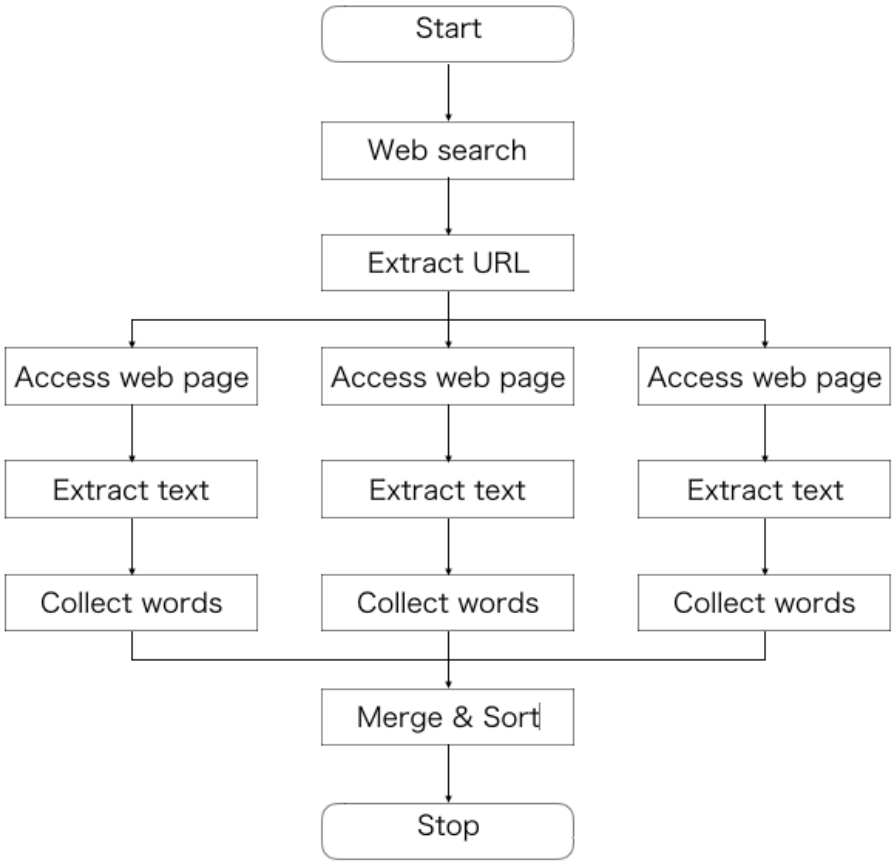

図 5.3: 分析部のフロー全体図

表 5.1: ストップワード一覧

ため	時	原因	状態	場合	安全
テスト	器具	日	対策	とき	うち
不要	件	注意	まま	防止	会社
事例	作業	事件	発生	ところ	修理
業務	記事	当日	結果	確認	発
問い合わせ	健康	話題	ニュース	デメリット	メリット
共済	万が一	機	報道	公表	重大
被告	支払い	理由	対処	箇所	シーン
製造	電話	責任	調査	取材	当該

5.4　出力部の実装

出力部は 5.1 節で述べたように分析部で収集した将来起こりうる事故を予想させる手がかりをユーザに提示する（図 5.4）．分析部から取得した配列の先頭から 10 個の単語をタブレット端末の画面上に表示する．システム表示画面には右下には Next ボタン，左下には Back ボタンがある．ユーザは Next ボタンを押すと配列の次の 10 件が，Back ボタンを押すと前の 10 件が表示される．

図 5.4: 出力結果

第6章　評価実験

6.1　実験の目的

提案システムの有効性を検証するために，以下の 3 つの仮説を立て実験を実施した．

仮説 1：提案システムは将来起こりうる事故の数を増加させる
仮説 2：提案システムは多様な将来起こりうる事故を予想する手助けをする
仮説 3：提案システムの操作性はユーザに負担をかけない

仮説 1，仮説 2，仮説 3 によって，ユーザが将来起こりうる事故を網羅的・効率的に予想できるかどうかを検証する．

6.2　実験の概要

はじめに実験環境について説明する．研究室は 3 分割されており（図 6.1），以降それぞれの空間の名称を研究室 1，研究室 2，研究室 3 とする．研究室 1，研究室 2，研究室 3 にはオブジェクトが 10 個ずつ配置されており，オブジェクトには QR コードとその一般名称が貼られている（表 6.1）．被験者は研究室 1，研究室 2，研究室 3 にあるオブジェクトから将来起こりうる事故を予想する．被験者が将来起こりうる事故を予想する際，定量的に評価を行うため，図 6.2 のように発言フォーマットを設けた．実験者はプロジェクターを用いて図 6.2 の発言フォーマットを図 6.1 のスクリーンに投映する．被験者は 20 代の大学生 5 名である．

図 6.1: 研究室の全体

表 6.1: オブジェクトの名称一覧

研究室 1	研究室 2	研究室 3
冷蔵庫	掃除機	ケトル
電子レンジ	エアコン	空気清浄機
コンセント	延長コード	電源タップ
ジグソー	はんだごて	蛍光灯
のこぎり	グルーガン	ハサミ
スポンジ	脚立	カッター
蛇口	プロジェクター	本棚
ドア	鍵	植木鉢
傘	ソファー	スリッパ
マグネット	コップ	オフィスチェア

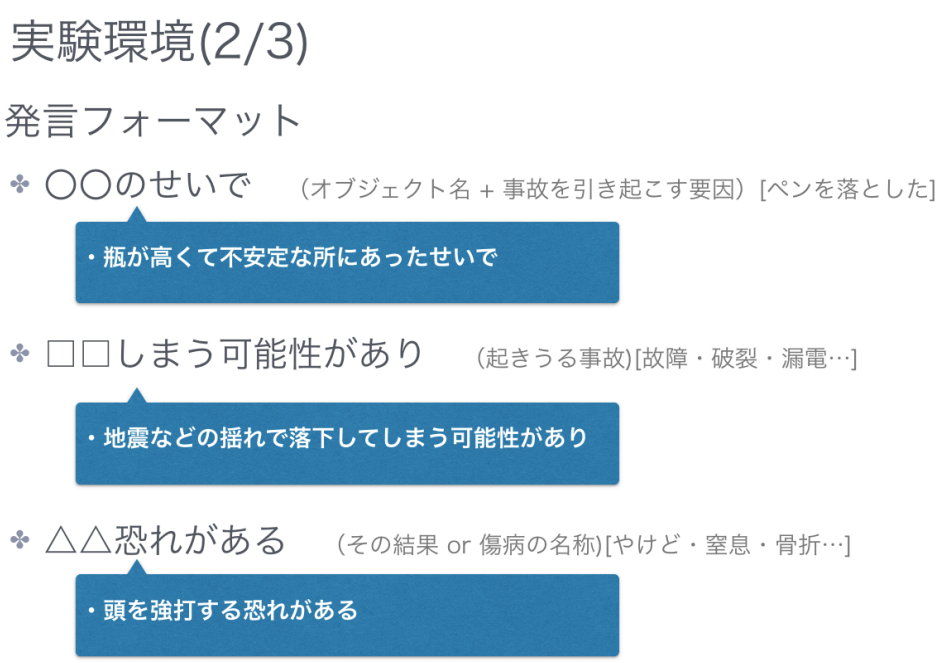

図 6.2: 発言フォーマット

次に実験手法について説明する．被験者が用いる手法はベースライン・提案手法・比較手法である．ベースラインでは，被験者は自身のスマホで Web 検索して，将来起こりうる事故を予想する．提案手法では，提案システムを用いて被験者は将来起こりうる事故を予想する．比較手法では，提案システムの出力結果がタイトル文になるように変更したシステムを用いて，被験者は将来起こりうる事故を予想する．比較手法の出力結果を図 6.3 に示す．

図 6.3: 比較手法の出力結果

次に評価指標について説明する．仮説 1，仮説 2，仮説 3 を評価する指標として，下記の 3 つの指標を用いた．

指標 1：将来起こりうる事故の数
指標 2：将来起こりうる事故の多様性
指標 3：アンケート

指標 1 は被験者が予想した将来起こりうる事故の数である．指標 2 は被験者が予想した将来起こりうる事故の多様性である．多様性を評価する方法として，本研究では事故情報データバンクの検索項目にある「事故内容」を利用した（表 6.3）．事故情報データバンクは，生命・身体に係る消費生活上の事故情報を関係機関から一元的に集約して提供するシステムで，誰でも事故情報を自由に閲覧・検索することが可能である．実験者は被験者が予想した将来起こりうる事故を表 6.3 のどの事故に当てはまるか分類する．各手法ごとの分類された「事故内容」の数によって多様性の評価を行う．指標 3 はアンケートである．アンケートの項目一覧を表 6.3 に示す．

表 6.2: 事故情報データバンクの検索項目にある「事故内容」一覧

火災事故	燃料・液漏れ等	転落・転倒	腐敗・変質
ガス漏れ	機能故障	異物の混入	ガス爆発
部品脱落	中毒事故	破裂	製品破損
誤飲	点火・燃焼	漏電の障害	交通事故
発煙・発火・過熱	化学物質による危険	使用性の欠落	その他

表 6.3: アンケート項目

Q1. システムは将来起こりうる事故を予想するのに役に立つと感じましたか？
Q2. システムによりすぐに将来起こりうる事故を予想することができましたか？
Q3. システムの操作は手間に感じましたか？
Q4. 何か思ったことがあればご自由にお書き下さい

6.3 実験の手順

Step1:
被験者は 3 枚の文字が書かれた裏向きのカード（研究室 1・研究室 2・研究室 3）の中から一枚選ぶ.

Step2:
被験者は 3 枚の手法が書かれた裏向きのカード（ベースライン・提案手法・比較手法) の中から一枚選ぶ.

Step3:
実験者は被験者が選んだ研究室にあるオブジェクトの名称を 1 つずつ説明する.

Step4:
(最初に場所・手法を選択した時だけ) 被験者は図 6.2 の発言フォーマットで将来起こりうる事故発言できるようになるまで練習する.

Step5:
実験者は被験者が選んだ手法の説明を行う.

Step6:
被験者は 10 分間，将来起こりうる事故を予想する．被験者は予想した将来起こりうる事故を発言し，実験者はボイスレコーダーで記録する.

Step7:
被験者はアンケートに回答する.

Step8:

実験者は被験者が選んだ場所・手法のカードを取り除いて，再び Step1 を始める．

6.3.1　実験結果

はじめに，将来起こりうる事故の数の結果を図 6.4 に示す．各手法間の結果に対し対応のある t 検定を行ったところ，手法間における有意差は見られなかった．次に将来起こりうる事故の多様性の結果を図 6.5 に示す．各手法間の結果に対し対応のある t 検定を行ったところ，ベースラインと提案手法間において 10 %水準で有意傾向が見られた．

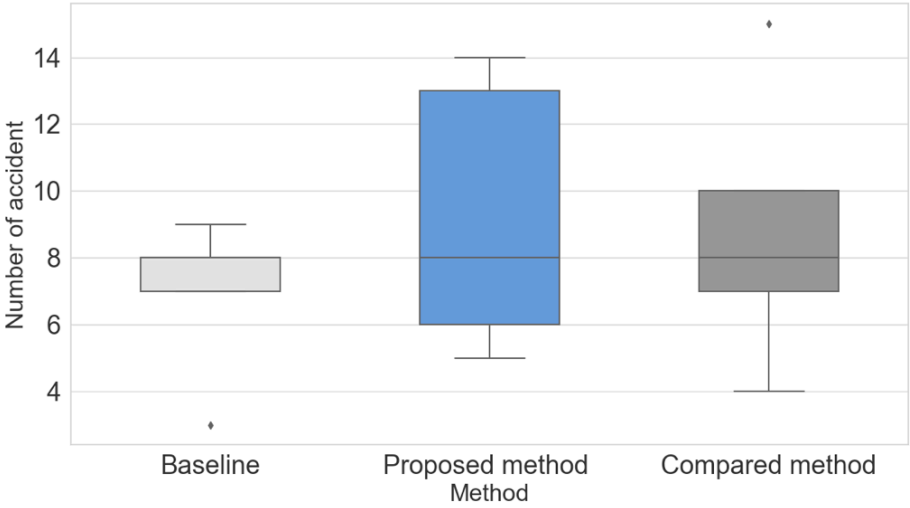

図 6.4: 将来起こりうる事故の数の結果 (N=5)

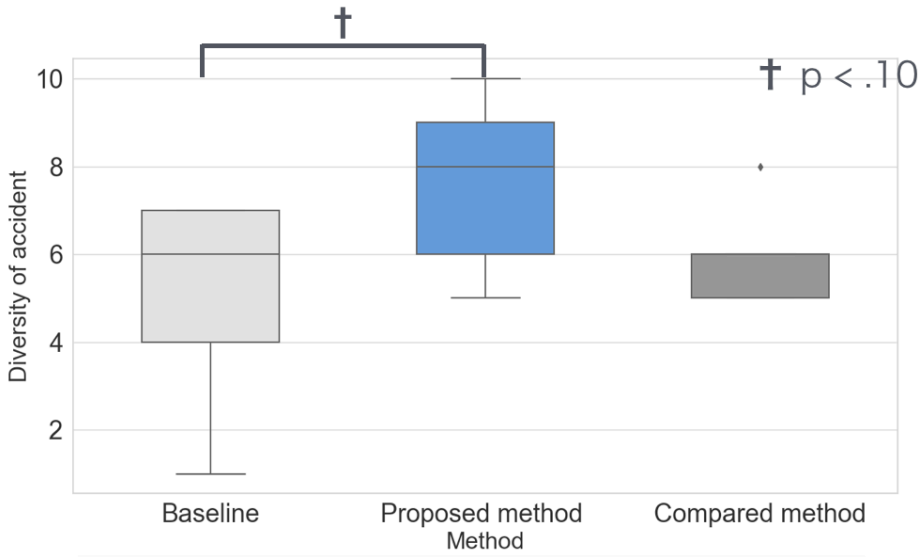

図 6.5: 将来起こりうる事故の多様性の結果 (N=5)

アンケートの Q1 の結果を図 6.6 に示す．各手法の結果に対しウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ，手法間において有意差は見られなかった．アンケートの Q2 の結果を図 6.7 に示す．各手法の結果に対しウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ，ベースラインと提案手法間において 10 %水準で有意傾向が見られた．また，ベースラインと比較手法間において 10 %水準で有意傾向が見られた．アンケートの Q3 の結果を図 6.8 に示す．各手法の結果に対しウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ，ベースラインと提案手法間において 10 %水準で有意傾向が見られた．また，ベースラインと比較手法間において 10 %水準で有意傾向が見られた．

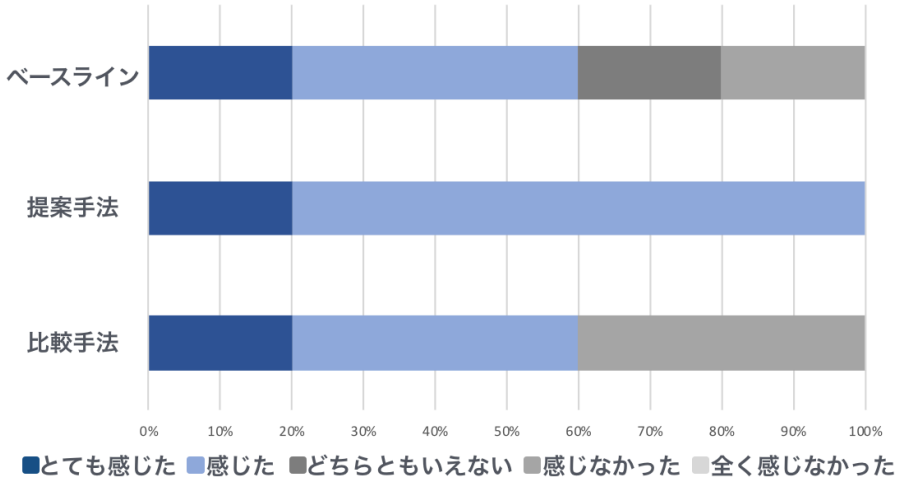

図 6.6: Q1. システムは将来起こりうる事故を予想するのに役に立つと感じましたか?(N=5)

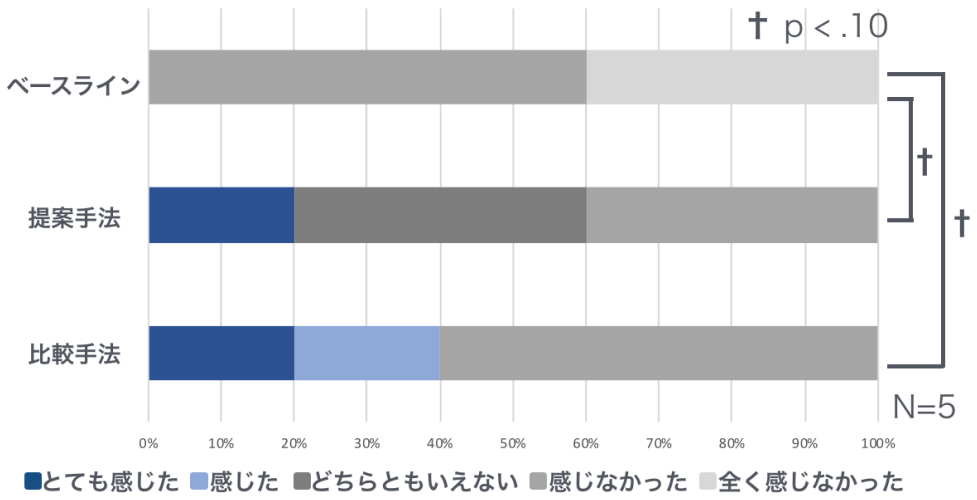

図 6.7: Q2. システムによりすぐに将来起こりうる事故を予想することができましたか？(N=5)

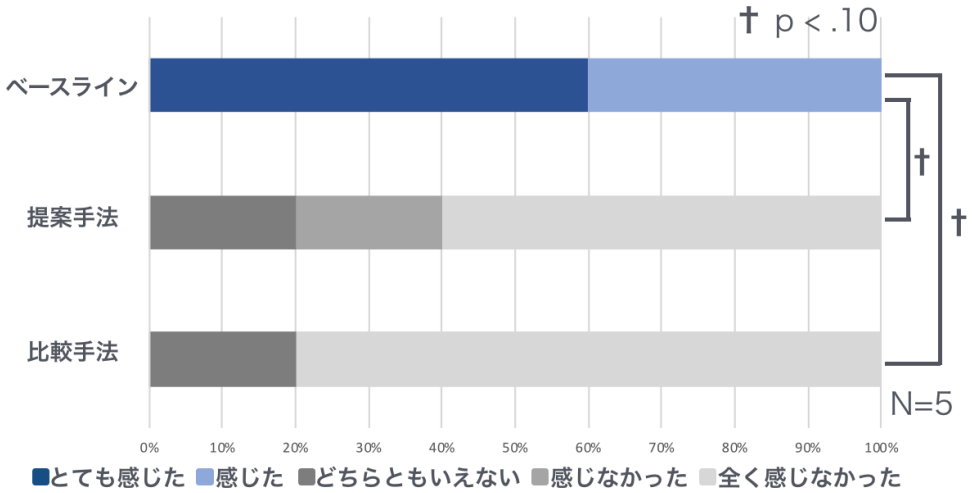

図 6.8: Q3. システムの操作は手間に感じましたか？(N=5)

6.3.2　考察

はじめに仮説 1 の「提案システムは将来起こりうる事故の数を増加させる」について考察する．将来起こりうる事故の数の結果に注目すると手法間において有意差が見られなかったことから，将来起こりうる事故の数を増加させることは困難であったと考えられる．

次に仮説 2 の「提案システムは多様な将来起こりうる事故を予想する手助けをする」について考察する．ベースラインと提案手法間において 10 %水準で有意傾向が見られたこ

とから，提案システムの利用によりユーザは将来起こりうる事故をより多様に予想できる可能性が示唆された．

次に仮説 3 の「提案システムの操作性はユーザに負担をかけない」について考察する．これは，アンケートの Q2・Q3 の結果に注目する．Q2・Q3 のベースラインと提案手法間・比較手法間において 10 %水準で有意傾向が見られたことから，提案システムの操作性はユーザに負担をかけない可能性が示唆された．

第7章　結論

本研究ではユーザが生活空間をデバイスを用いて撮影するだけで，Web 上から生活空間に適応した将来起こりうる事故を予想させる手がかりを提示するシステムを提案，およびそのシステムを構築した．本システムを用いることで，将来起こりうる事故を効率的・網羅的に予想できるかどうかの検証実験を行ったところ，提案システムの利用によりユーザは将来起こりうる事故をより多様に予想できる可能性，提案システムの操作性はユーザに負担をかけない可能性が示唆された．今後は実装の高度化，検証実験の内容の再検討を行っていく予定である．

参考文献

[1] 警察庁交通局. 令和元年上半期における交通死亡事故の発生状況. https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/jiko/R1kamihanki_bunseki2.pdf.

[2] 東京消防庁防災部防災安全課. 救急搬送データからみる日常生活事故の実態. https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/lfe/topics/201810/nichijoujiko/data/all.pdf.

[3] 野間春生, 土川仁, 桑原教彰, 小暮潔. E-nightingale プロジェクト–ヒヤリ・ハット防止を目的とした看護業務のための知識共有システム. 体験の記録・利用とその意義特集号, Vol. 50, No. 1, pp. 17–21, 2006.

[4] 長尾和彦, 瀬尾敦生, 肥田琢弥, 宇崎裕太. スマートフォンで動作する ais と連携した小型船舶向け事故防止システムの開発. 日本航海学会論文集, Vol. 135, pp. 11–18, 2016.

[5] Weidong Huang, Leila Alem, Surya Nepal, and Danan Thilakanathan. cc. In *Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration*, pp. 539–542, 2013.

[6] Yael Dubinsky, Lior Limonad, and Nir Mashkif. Wearable-based mobile app for decision making: The case of a safe workplace. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Mobile Development Lifecycle*, pp. 19–22, 2014.

[7] Guillermo Bernal, Sara Colombo, Mohammed Al Ai Baky, and Federico Casalegno. Safety++: Designing iot and wearable systems for industrial safety through a user centered design approach. In *Proceedings of the 10th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments*, pp. 163–170, 2017.

[8] 渡部直人. バーチャルリアリティ技術による可視化訓練システムの現場適用に関する検討. 電力中央研究所報告. 研究報告. N/電力中央研究所地球工学研究所編, 2006.

[9] Eduardo Zilles Borba, Marcio Cabral, Andre Montes, Olavo Belloc, and Marcelo Zuffo. Immersive and interactive procedure training simulator for high risk power line maintenance. *ACM SIGGRAPH 2016 VR Village Article No.7*, 2016.

[10] 広兼道幸, 伴場翔, 大幢勝利, 田邊準一. Ar 技術を用いた現場における安全管理情報の共有化システムの構築. 土木学会論文集 F6（安全問題）, 第 69 巻, pp. 165–170, 2013.

[11] 服部哲, 後藤昌人, 安田孝美, 横井茂樹. 地図サービスとＣＭＳの連携による安全情報共有システム. 情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス, 第 2007 巻, pp. 1–23, 2007.

[12] 岡崎直観. Web 文書からの人の安全・危険に関わる情報の抽出. 言語処理学会第 18 回年次大会発表論文集, 2012, 第 2012 巻, pp. 895–898, 2012.

[13] 小澤俊介, 岡本昌之, 長野伸一, 長健太, 松原茂樹. 外出行動前のユーザへの情報提供を目的とした web からのアドバイス文抽出. 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 1, pp. 105–116, 2012.

[14] Stijn De Saeger, Kentaro Torisawa, Jun ' ichiKazama. Looking for trouble. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Computational Linguistics (Coling 2008)*, pp. 185–192, 2008.

[15] 渡部勇. 発散的思考支援システム keyword associator. 計測自動制御学会合同シンポジウム論文集, pp. 411–418, 1991.

[16] Hao-Chuan Wang, Dan Cosley, and Susan R. Fussell. Idea expander: Supporting group brainstorming with conversationally triggered visual thinking stimuli. In *Proc. 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2010)*, pp. 103–106, 2010.

[17] Hao-Chuan Wang, Susan R. Fussell, and Dan Cosley. From diversity to creativity: Stimulating group brainstorming with cultural differences and conversationally-retrieved pictures. In *Proc. 2011 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2011)*, pp. 265–274, 2011.

[18] 森康真, 國藤進. 情報フィルタリング機能をもつ発散的思考支援環境の試作. 情報処理学会研究報告, 第 94 巻, pp. 133–140, 1994.

[19] 西本一志, 間瀬健二, 中津良平. グループによる発散的思考における自律的情報提供エージェントの影響. 人工知能学会誌, Vol. 14, No. 1, pp. 58–70, 1999.

[20] 伊藤淳子, 東孝行, 宗森純. 単語共起度の低い単語を提示する発想支援システムの提案と適用. 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 6, pp. 1528–1540, 2015.

[21] 定国伸吾, 茂登山清文. ウェブから取得した関連画像提示によるアイデアメモ作成支援. 図学研究, 第 45 巻, pp. 9–17, 2011.

[22] 渡邊恵太, 安村通晃. ユビキタス環境における眺めるインタフェースの提案と実現. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 6, pp. 1984–1992, 2008.

[23] 松原嘉那子, 吉野孝. 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「ものぴこん」の開発と評価. 情報処理学会シンポジウム論文集，マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2013）, 第 2013 巻, pp. 599–607, 2013.

[24] Wang Hechun and Zheng Xiaohong. Survey of deep learning based object detection. In *ICBDT2019: 2019 2nd International Conference on Big Data Technologies*, pp. 149–153, 2019.

[25] Taku Kudo, Kaoru Yamamoto, and Yuji Matsumoto. Applying conditional random fields to japanese morphological analysis. In *Proc. 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp. 230–237, 2004.

[26] Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, and Jeffrey Dean. Efficient estimation of word representations in vector space. In *Proceedings of the International Conference on Learning Representations*, 2013.

研究業績

査読付き国内会議

(1) 鈴木颯馬, 尹泰明, 立花巧樹, 大和佑輝, 呉健朗, 富永詩音, 宮田章裕: finDrawers:収納物を検索可能な引き出しの検証, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2019 論文集, Vol.2019, pp.120–124 (2019 年 11 月).

(2) 富永詩音, 呉健朗, 立花巧樹, 宮田章裕: 自由に紙をちぎって電子情報を手渡すインタラクション方式の基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2018 論文集, Vol.2018, pp.1–7 (2018 年 11 月).

研究会・シンポジウム

(1) 秋山和隆, 立花巧樹, 今井廉, 呉健朗, 宮田章裕: Deep Learning を用いたベビーカー動作予告システムの基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, (2020 年 3 月掲載予定).

(2) 尹泰明, 立花巧樹, 呉健朗, 富永詩音, 鈴木颯馬, 秋山和隆, 宮田章裕: 共有スペースにおいて空間専有感を生むライティング方式の基礎検討 , 情報処理学会インタラクション 2020 論文集, (2020 年 3 月掲載予定).

(3) 立花巧樹, 大西俊輝, 鈴木颯馬, 富永詩音, 呉健朗, 宮田章裕: 生活空間における危険予測支援システムの基礎検討, 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2019 論文集, Vol.2019, pp.99–102 (2019 年 11 月).

(4) 立花巧樹, 富永詩音, 大西俊輝, 呉健朗, 宮田章裕: ベビーカー利用時における周囲への動作予告システムの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2019), Vol.2019, pp.1273–1279 (2019 年 7 月).

(5) 鈴木颯馬, 立花巧樹, 大和佑輝, 呉健朗, 富永詩音, 宮田章裕: finDrawers: 収納物を検索可能な引き出しの実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2019), Vol.2019, pp.1739–1745 (2019 年 7 月).

(6) 内田大樹, 立花巧樹, 富永詩音, 呉健朗, 宮田章裕: 影を用いた誘目性と受容性を両立する情報提示方法の実装, 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2019), Vol.2019, pp.180–185 (2019 年 7 月).

(7) 立花巧樹, 富永詩音, 大西俊輝, 呉健朗, 宮田章裕: ベビーカー利用時における周囲への動作予告手法の基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2019 論文集, pp.179–181 (2019 年 3 月).

(8) 鈴木颯馬, 立花巧樹, 大和佑輝, 呉健朗, 富永詩音, 宮田章裕: finDrawers: 収納物を検索可能な引き出しの基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2019 論文集, pp.864–866 (2019 年 3 月).

(9) 内田大樹, 立花巧樹, 富永詩音, 呉健朗, 宮田章裕: 影を用いた誘目性と受容性を両立する情報提示方法の基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2019 論文集, pp.504–507 (2019 年 3 月).

受賞

(1) マルチメディア、分散、協調とモバイル (DICOMO2019) シンポジウム 優秀プレゼンテーション賞, ベビーカー利用時における周囲への動作予告システムの実装, 受賞者:立花巧樹 (2019 年 7 月).