

コンテンツの信頼性評価に関する考察

道村 唯夫[†] 妹尾 正身[‡] 中川 雅三^{*} 飯沢 篤志^{**} 坂下 秀彦^{***} 小林 茂^{****}

[†]富士ゼロックス株式会社 〒220-8668 神奈川県横浜市西区みなとみらい6-1

[‡]****先端 IT 活用推進コンソーシアム <http://aitc.jp/>

^{*}日本総合システム株式会社 〒112-0004 文京区後楽 1-7-27 後楽鹿島ビル

^{**}リコーITソリューションズ株式会社 〒104-6042 東京都中央区晴海 1-8-10 X-42F

^{***}株式会社 JIEC 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-24-1 西新宿三井ビル 20 階

E-mail: [†] MICHIMURA.Tadao@fujixerox.co.jp, [‡] ms.senoo@gmail.com,

^{*} m-nakagawa@nssys.co.jp, ^{**} atsushi.iizawa@jp.rioh.com,

^{***} sakasita@jiec.co.jp, ^{****} s-koba84@dp.u-netsurf.ne.jp

あらまし 先端 IT 活用推進コンソーシアムでは、人と機械が協働し、動的に変化する社会的な知の形成を実現するコンテキスト・コンピューティングを提案している。この活動において、個々人の作成したコンテンツを選択・集約し、個人化した情報を提供することで、人の認知を強化し、意思決定を支援するシステムにおいて、個人化された情報の信頼度について議論している。限られた情報の中から、その課題の領域に合わせて、どのようにリアルタイムで、個々のコンテンツの信頼性、もしくは確信度を評価し、集約結果に反映すべきかについて、冷蔵庫内の食品の消費期限を注意喚起するという課題を例に考察した。本論文は先端 IT 活用推進コンソーシアムの研究活動の成果である。

キーワード コンテキスト・コンピューティング、情報共有、社会知能、信頼性、評価

1. はじめに

近年、情報検索サービスの技術向上や、SNS(Social Networking Service)の普及、スマートフォンの一般化により、いつでもどこでもだれでも入手可能な情報に手軽にアクセスできるようになっている。そして、専門家により提供される情報だけを重視するのではなく、自分自身の主観や身近な他人が評価・編集する情報も重要であるという観点から、集合知の延長としての社会知能(Social Intelligence)という考え方が提唱されている[1]。ここでは、共有された情報に関して、多数決などの積算に基づく価値判断だけではなく、どのような主観性が考慮できるかを重要視している。

対象とする課題が事前に定式化されていない場合に、構造化されていない大量のテキスト情報が前提条件として与えられたとき、適切な結論を機械的に得るためには、いくつかの課題を解決する必要がある。具体的には、未定義の課題を機械的に解決するためには、汎用的な機械処理アルゴリズムで計算できる定式的な課題にリアルタイムに変換すること、ならびに、テキストの情報源を課題に合わせて構造化することである。

以上の学術的な文脈から、先端 IT 活用推進コンソーシアムでは、非構造化の情報源を前提として、未定式の課題を解決するために、人と機械の適切な役割分担により、大量の非構造化情報源に対する意味処理を可能にするパラダイム：コンテキスト・コンピューティングを提案している[2][3]。ここでは、コンテンツのメタ

情報、すなわち人の関連性、コンテンツ間の依存関係をコンテキストとして定義し、蓄積されたコンテキストをあらかじめ定められたルールに従って機械が集約することにより、人間の操作に対して機械が必要なコンテンツを適切に表示・編集・活用し、人間の認知限界を拡張することを目指している。

このようにして構築された情報は、知識として蓄積し、次世代に伝達することで大きな価値を持つ。参考文献[5]にあるように、特に科学分野においては一般法則として蓄積されており、現場での知識に関しても、伝統や習慣という形式で、無意識のうちに伝達されている。このような知識を伝達するには、粗粒度に構造化されたネットワーク型のコンテンツを共有しつつ共同で編集することが効率的である。また、この共有構造とその内容としてオントロジーを基盤とすることで、自律的なコンテンツの集積が期待できる。このとき、参加者が増加するに従い、コンテンツの二次利用、三次利用が促進され、社会全体がサービス化する基盤に乗って、価値共創のサイクルが加速され、ネットワーク型コンテンツは社会知能として拡大再生産される。

このコンテキスト・コンピューティングの参照アーキテクチャとして、System LA を構築し、サッカー観戦における選手の「活躍度の評価」と、気象災害訓練における「避難意思決定」に用いることで、機械だけで計算し評価することが難しい意味内容を、人による定式化と協調させることで、大量情報から個人にとつ

て有意な情報を効率よく識別する仕組みを構築し、コンテキストとして定義されたコンテンツのメタ情報を処理することで、有用な情報が提示可能であることを示した[4].

しかし、一定の有用性を示すことはできたが、参加者や投稿が増加することにより、価値観のバラツキやコンテンツの信頼性に関する疑問などにより、集約された情報が、利用者の意思決定に役立たないケースが発生する。つまり、不確実性が高く、個人の価値観が多様化した現代では、単一の評価・集約方法ではなく、個人の主観・価値観に添った情報の評価が必要である。さらに、参加者の意思決定を公開することで、対象の課題領域によっては、エルファロール・バー問題[34]が顕在化する可能性がある。

これらの問題を解決するため、集約された情報の論拠や根拠を、利用者の個性に合わせて提示することで、利用者の合理的な意思決定につながるような、信頼性評価に基づく社会知の構築モデルに関して言及する。

本稿では、まず、社会知における「知」とは何か、また、「信頼性」とは何かを定義し、人間の意思決定との関係について考察する。そして、機械と人間の協働による社会知のモデルについて言及し、冷蔵庫内の食品の消費期限の注意喚起を事例に考察する。

2. 社会知と個人の意思決定、信頼性

社会知とは、社会的に構築された知である。つまり、社会を構成する人が情報を提供して評価し合って構築・修正され、活用される。さらに、この知とは、自然法則や法律などの規範は含まない「人間が生きるために必要な情報」のこと[9]である。換言すると、「社会的に構築された、意識的な意思決定に際して有用な情報」を社会知と定義する。

次に、個人の意思決定と内容(情報)の信頼性について整理する。

プロスペクト理論[33]にもあるように、人間の意思決定は、評価者の中では合理的・論理的に行われるが、期待確率が明確なリスク環境下環境下においても、単純な期待効用関数の評価に基づいて行われるわけではない。個人の経験や状況に応じた様々な比較において、ある参照点で区切られる利得と損失で非対称な評価関数を持ち、損失や危険を回避するように意志決定する。情報を収集して意味を汲み取り、情報を取捨選択して、意志を決定して、行動にうつすという、個人的な活動である。つまり、個人の意思決定に有用な情報は、個人ごとに異なる。これは、個人の経験や志向、情報を収集する能力、情報の「意味」を汲み取る能力、取捨選択する能力の違いによる。特に、情報の「意味」を汲み取って意思決定するためには、基礎的な情報から

将来を予測、推量、推測する能力が求められる。

山岸[30]は、信頼とは信頼を評価する側の評価であり、信頼性とは被評価(者)側の特性であるとしている。そして、情報の提供者に関しては、信頼性とは、自己利益に裏打ちされていない、利他的、ないしは論理的な行動を生み出す人格特性である、としている。そして、知性とは不確実な情報から正確に信頼性を予測する能力である、としている。

ここで、社会知としての信頼性を定義する。社会知は、その内容・構造を集団的に構築・変更されるため、個々の内容の発信者・主体者が不明確であり、山岸のような人格特性を信頼性とすることは困難である。さらに、意思決定が個人的な活動であるため、そこで評価される内容についても、個人ごとに異なるものとなる。このことから、コンテンツ(情報)の信頼性は、評価者以外の利益から切り離された、利己的、ないしは論理的な行動を生み出すための有用度合いである、とする。この信頼性の定義は、英語の **credibility** や **dependability** に近い考え方であり、共感や同意、納得といった感情に近いと考えられる。この信頼性は、功利や規範、情緒といった意味内容に関連するものと、論理構成や見栄え・挙動の二つがあると考えられる。

このような信頼の概念を整理したものを、図 1 に示す。

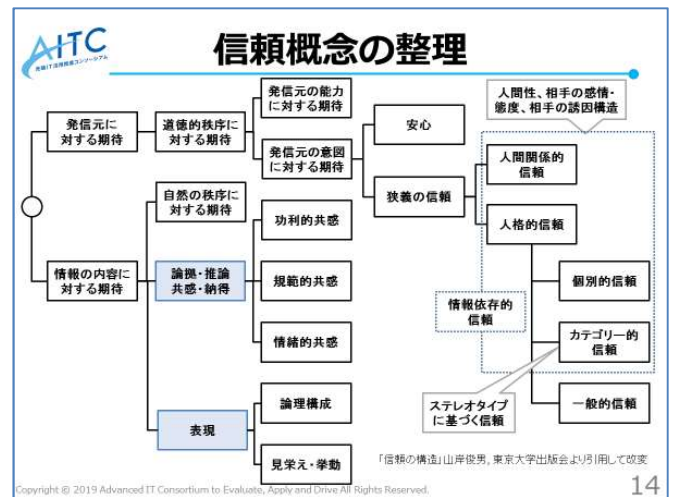


図 1 信頼概念の整理

人間の意思決定では、期待や共感・合意などを各人の優先度や比重で主観的に評価し、行動する。多くの場合、合理的・論理的でありたいと願うが、重要な問題ほど、認知バイアスによって、感情的・情緒的に、他人の意見に依って意思決定してしまう傾向があることが知られている。

3. 社会知の構築モデル

以下、信頼性評価に基づく社会知の構築に関して記述する。

基本的なアイデアは、センサデータなどを機械が機械学習などで集約(識別・認識)した情報や人間の意見・見解を、人間がそれぞれの主観に基づいて関係性を定義していくことである。このとき、意見や関係性を、トウルミンの議論モデルで整理し、ルールとエビデンスを抽出する。システムは、このルールを適用することでサービスを提供する。

トウルミン・モデルは、トウルミンの書籍「The Use of Argument(邦題:議論の技法)」[12]に記載されている議論における論証のためのモデルである。三段論法などの形式論理では表現が不可能な、不確実性が高い現実社会の中での主張をモデル化することができる。具体的には、図 2 に示すような構造[13]で、主張(Claim)、根拠(Data)、論拠(Warrant)、反証/例外(Reservation)、限定語(Qualifier)、裏付け(Backing)を用いて論証する。議論の内容を整理し、人間が根拠や裏づけをセンサからの判断と関連づけ、機械は論拠や反証からルールを抽出してシステムに適用する。システムは、機械の判断や裏づけなどの確信度から限定語を算出し、ルールの実行を判断する。

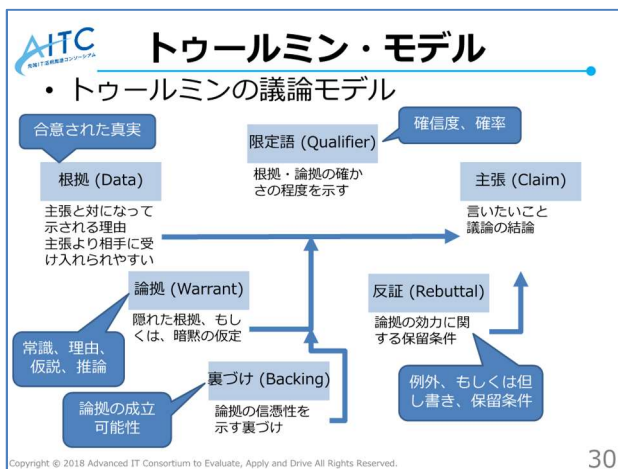


図 2 トウルミン・モデル

自然法則や社会的規範に基づくような課題には取り組まないため、一つの課題に対して、矛盾する複数のルールが存在する可能性が高い。そのため、受容者は、複数のルールから、それぞれの論拠や裏づけ、反証などをドリルダウンして、信頼性が高いと判断したルールを選ぶことができる。さらに、部分的に適合しない場合には、ルールの編集が可能である。

システムは、受容者が選択したルールから、受容者の選好における戦略を、協調フィルタリングなどを活用して推測し、他の課題に対するルールを推薦する。

ただし、個人の選好戦略に依存しすぎると、受容者の認知バイアスや限定合理性を越えることはできない。そのため、確信度の低い場合は、対案を提示するなどの工夫が必要となる。

4. 想定活用事例

先端 IT 活用推進コンソーシアムは、クラウドテクノロジー活用部会、コンテキスト・コンピューティング研究部会、ビジネス AR 研究部会、UX 技術部会、NUI 活用部会の 5 つの部会を中心に活動している。そして、これらの部会の活動成果を持ち寄り、協働プロジェクトとして、2015 年度より「空気を読む家」をテーマに活動している[15][16][17]。近年、先端 IT 活用推進コンソーシアムでは、「深層学習」と「IoT」に着目し、これらの技術、およびその組み合わせの有効性を確認するための実証システムを構築している。「空気を読む家」は、従来の自動化を中心としたスマート・ハウスとは異なり、人間の行動を観察し、世の中の知恵を取り入れて、人間とともに成長し、変化することで、安心できる、居心地の良い空間の実現をコンセプトとしている。この活動の中で、「消費期限切れを防止し食品の無駄を削減する、『空気を読む家』のキッチン」の実現に向けた技術検証を実施している。

この活動の中で、前記のように構築された社会知を部分的に活用し、有用性を検証できると考えている。

4.1. 課題

キッチンの課題の一つに、食材の在庫管理があげられる。製造業や流通業などのものを扱い会社においては経営の基本だが、家庭内のキッチンでは、管理主体が不明確であるなどの相違点があり、起業の在庫管理技術をそのまま適用することは困難である。

日本では、先進諸国の中では少ないものの、食品ロスは減少しておらず、農林水産省と環境省は、食品ロス削減に向けた啓発を実施[31]している。

そこで、「空気を読む家」プロジェクトでは、家庭内の消費期限切れに関する注意喚起を行うシステムについて検討することとした。

この中で、社会知をどのように活用するのかについて、以下で言及する。

4.2. 前提

IT の進展により、IoT や人工知能を活用して、amazon go[32]のような無人(極少数)の小売店舗が実現されつつある。ここで活用されている様々な技術は、家庭内のキッチンの在庫管理にも活用できると考えられる。例えば、冷蔵庫周辺の人の行動観察や、商品の識別、存在確認は、共通で使えるだろう。

さらに、スーパーでの購入品目がスマートフォンで確認できたり、個々の食品に関しても、トレーサビリティの観点で生産者が情報を提供したりしていることから、商品の識別はもちろん、その賞味期限や消費期限などの特性情報や、配送・補完などの情報を、メーカーや生産者、流通業者が消費者に提供することが考えられる。

このように、現在は提供されていないが、このような情報が個々の商品単位で入手可能になり、無人店舗で活用されている技術が家庭においても活用可能になることを前提とする。

また、食品一般を扱うことは困難なので、「プリン」の賞味期限切れを防止・抑止するための社会知を検討することとした。

4.3. 議論

一般の男性5人で、「プリン」の消費期限について、議論した。以下は、その一部である。

- A) 消費期限と賞味期限が近いので賞味期限のみが表示される
 - 食品業界の慣例
- B) 卵で固めたプリンと増粘多糖類で固めたプリンでは保存方法の影響が異なる
 - 生ものは腐りやすい
- C) ケーキ屋さんで購入したプリンは「冷蔵庫で保管し、なるべく早くお食べください」と記載されている
 - 配送経路を考慮しないので、保存料が使われていないため
- D) メーカーによっても賞味期限の長さは違う
 - 原材料や製造法、生産地、配送方法などの違い
- E) 卵で固めたプリンは冷蔵で保存が基本
- F) 賞味期限が来ても、へんな味でなければ食べる
 - 死んだりはしない
- G) 生のプリンは賞味期限前でも味が落ちる
 - 極少量の微生物が混入しているため
- H) 卵アレルギーの人と一緒にいる時にはプリンは食べられない
 - 申し訳ない
- I) ダイエット中はプリンを食べられない
 - 基礎代謝が上がっていないのに、糖類を食べるとダイエットの効果がない

この議論を、トゥールミンのモデルにまとめたものを図3に示す。

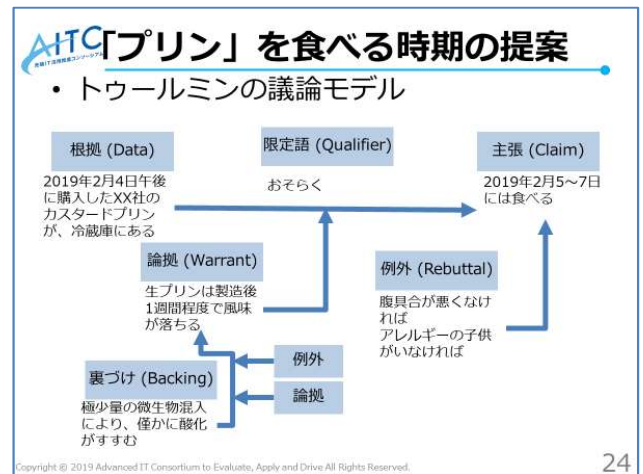


図3 プリンの食べ頃

それぞれの意見・見解とその裏づけが、モデルの中に示されており、このモデルは、「生のプリンの食べ頃を逃したくない」という価値観の受容者からの信頼性が高く、採用されるルールセットである。

4.4. システム

図3で示したモデルにおいて、メーカー、流通から収集する/提供される情報と、センサなどで機械が識別した情報は、合意された事実として扱う。そして、論拠や反駁は、ルールとして抽出する。このルールを実行するための条件として、例えば、「卵アレルギーの人が近くにいないか」といったルールから、「卵アレルギーの人が近くにいるかどうか」を判断する機能が求められる。

システムは、情報全体の正確性と受容者の特性から、確信度を算出し、その確信度に応じて推薦のユーザーインタフェースを選択して、推薦する。

5. 関連研究

加藤らの報告[28]では、情報の信頼性の意味を *reliability* と、*trustworthiness*, *credibility* に分類し、信頼と信頼性という観点での評価手法について整理している。ここでは、情報の発信者の意図や発信者への期待と信頼の関係に言及しており、ウェブサイトなどでは、そのデザインや文体などの皮相的要因から信頼性が評価できるとしている。この中で、我々の求める信頼性は、その情報が不確実性を伴うものであるため、*credibility*(情報の真偽や正確さ、もしくはそれを推定するためのもの)に近いことがわかる。しかし、集団的に構築される社会知では、情報の発信主体が明確でないことが大きな違いである。

小山の報告[27]では、ヒューマンコンピューテーションの品質管理のために、参加者の信頼性や能力の評価

方法を提示している。その中では、参加者の自己評価や課題領域に関する質問応答、参加者の過去の承認率/正解率、認知心理学における確信度判断、参加者間での多数決、EM法による能力推定などがあげられており、本活動においても適用が可能な手法がある。

南らの研究[19]では、既知のユーザに対する信頼度に基づいて、そのユーザの特徴と未知のユーザの特徴の類似度から、未知のユーザの信頼度を推定する手法が提案されている。この手法は、評価したレビューのその人らしさを考慮するなど、信頼度というより、共感度とも言うべきものであるとも考えられる。この提案では、レビュー対象文書分野は考慮されていないが、課題領域に応じて個々に信頼度を計算することで、課題に最適な信頼度をもつ参加者を選出することが可能となると考えられる。

片山らの研究[20]では、ブログのコンテンツの特徴からスパムブログか否かをSVMによって判定し、その分離平面からの距離をブログの信頼性と定義し、ブログの信頼性を評価している。SVMのような機械学習手法で信頼性を算出した場合の課題は、そのコンテンツが信頼できるかどうかの「説得力」に欠けることである。認知バイアスにとらわれた参加者に対して、その背景・理由・論理が提示できない提案は、受け入れられないのではないだろうか。

吉本らの研究[21]では、Retweetの数や発信、引用する情報の豊富さ、フォロワー数の関係から、投稿者の信頼度を算出する手法が提案されている。単純な集計では、議論の場で見られるような反駁や反論、確認のためのRetweetの扱いが困難ではないかと考えられる。

金子らの研究[22]では、他のユーザの新しい創作活動を誘発するコンテンツをクオリティと定義し、あるコンテンツが他のコンテンツを参照して作られたことを影響伝播として、参照元のコンテンツが持つすべての影響伝播について伝播先のランキングで重み付けした和を、参照元のクオリティのランクとする方法が提案されている。この派生的に創作されたコンテンツが、もとのコンテンツを補強する論拠・反駁として捉えることが可能であれば、同様に、影響伝播が、参照元のコンテンツの信頼性として評価することが可能となる。

鈴木らの研究[23]では、長い編集期間を経て残存している記述は信頼度が高いと仮定し、高い信頼度の記事を記述した編集者は信頼度を高くするという手法が提案されている。これは、Wikipediaが信頼度の低い記述が正しい記述に常時置き換えられているという特徴を利用した手法である。この手法は、コンテンツに信頼度の高いWikipediaの記事へのリンクを含み、その記事が課題領域と関連していれば、そのコンテンツの信頼度を高くするといったように応用可能であろう。

鈴木らの研究[24]では、Wikipediaなどから高い信頼度で知識(オントロジー)を自動抽出する手法として、記述変更後の残存文字の割合を記述の変更の信頼度として測定する手法が提案されている。これも同様に、課題の対象領域に関連する高信頼知識が引用・参照されている投稿は、同様に信頼性が高いと考えられる可能性がある。

河中らの研究[25]では、係り受け解析と自作した評価項目辞書を用いてレビューから評価項目に関連する情報を抽出し、閲覧者が求める評価項目が多く含まれるレビューを有用と判断する手法が提案されている。投稿からキーワードを抽出し、参加者の課題の対象領域に関するキーワードを多く含む投稿を、関連性が高い投稿と判断するような活用が考えられる。

川本らの研究[26]では、ユーザ間で情報共有が連鎖することによって引き起こされる情報拡散を情報カスケードと呼び、社会的影響力を持つ情報カスケードは600以上であることから、教師あり学習に基づく分類器により解く手法を提案している。情報カスケードと情報の拡散速度は、ともにその情報の社会的な影響度をあらわすと考えられ、高いカスケードと拡散速度を持つ情報の信頼性は、慎重に評価しなければならない。そのため、初期の段階でカスケードと拡散速度を予測することが必要であると考えられる。

6. おわりに

本稿では、コンテキスト・コンピューティングにおける個人の価値観に基づく内容の信頼性評価の手法とその活用について議論した。対策案では、論証の手法であるトゥールミン・モデルを用いて、機械の提案する情報に対して、説得力を増す手法について言及した。

人間の認知限界を超えて、行動を促すためには、様々なアプローチが考えられる。医療や福祉、介護などにおいては、行動変容ステージモデル[29]に基づく手法が用いられている。これは、無関心期にある患者を、共感や信頼を元に対話を続け、関心期・準備期・実行期・維持期とステージを進めるアプローチである。このアプローチは、患者が自らの意志で変容することを目指している。つまり、変容することが概ね善であるとの前提があるように見える。こうしたカウンセリング的な手法が有効な場面は多いと考えられるが、よりリアルタイムな判断が求められる場面や、必ずしも正解がないような課題に直面した場面では、有効ではないだろう。つまり、課題の対象領域と個人ごとに取り扱うべき信頼性は異なり、それぞれの場面に応じたアプローチが求められる。さらに研究を進めるためには、我々の扱う信頼性とは何か、個人化/価値観とは何かに関して議論を深めていく必要がある。

具体的な社会知のもととなる見解や意見を広範囲に議論して収集して整理していく手法の獲得、共通化と個人化された社会知の維持・管理(共同編集)、多様な社会知群から個人に適した「知」の検出方法、さらに、現実世界との連携、社会知として有用性の高い知の内容の構築順序など、社会知構築までの課題は多い。

今後は、関連研究の調査を進め、議論を通じて手法を開発しながら、検証可能な範囲に限定しつつ、実データを用いた検証・実証活動を進めていく予定である。

最後に、今年度も発表の機会を与えていただいた関係者のみなさまと、日頃の部会で活動し議論している部会メンバー、発表において的確な意見や示唆をいただいた多数の方々に感謝いたします。

参 考 文 献

- [1] Daniel Goleman, *Social Intelligence: The New Science of Human Relationships*, Bantam, 2006.
- [2] 牧野友紀,道村唯夫,飯沢篤志,小林茂,和泉憲明,“コンテキスト・コンピューティングの構想”, 知能ソフトウェア工学研究会, 2014.
- [3] 牧野友紀,道村唯夫,飯沢篤志,小林茂,和泉憲明,“コンテキスト・コンピューティングとその応用”, DEIM Forum 2014, E7-3, 2014.
- [4] 先端 IT 活用推進コンソーシアム, ProjectLA Final Report, <http://aitc.jp/projects/la/ProjectLA_Final_Report_r2.0.pdf>
- [5] McLuhan, Marshall, “The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man”, University of Toronto Press, 2011.
- [6] Shafer, G, A, *Mathematical Theory of Evidence*, Princeton University Press, 1976.
- [7] 神沼靖子,内木哲也,“基礎情報システム論—情報空間とデザイン”, pp.15-17, 共立出版, 1999.
- [8] F.A. Hayek, 『自由の価値 - 自由の条件<I>』(ハイエク全集 1-5)(矢島均次 監修), 春秋社, 1960.
- [9] 西垣通,“集合知とは何か”, 中央公論新社, 2013.
- [10] 西垣通,“ビッグデータと人工知能”, 中央公論新社, 2016.
- [11] 西田豊明,角康之,松村真宏,“社会知デザイン”, オーム社, 2009.
- [12] Stephen Toulmin, *The Use of Argument*, Cambridge University Press, 2003.
戸田山和久,福澤一吉訳, 議論の技法, 東京図書, 2011.
- [13] 福澤一吉, 議論のレッスン, NHK 出版, 2002.
- [14] 平塚千尋, 新版 災害情報とメディア, リベルタ出版, 2012.
- [15] 先端 IT 活用推進コンソーシアム, “情報処理学会ソフトウェア Japan2016 IT フォーラムセッション「空気を読む家」”, <http://www.ipsj.or.jp/event/sj/sj2016/IT-F_AITC.html>.
- [16] 先端 IT 活用推進コンソーシアム, “情報処理学会ソフトウェア Japan2017 IT フォーラムセッション「空気を読む家」”, <http://www.ipsj.or.jp/event/sj/sj2017/IT-F_AITC.html>.
- [17] 先端 IT 活用推進コンソーシアム, “情報処理学会ソフトウェア Japan2018 IT フォーラムセッション「空気を読む家」”, <http://www.ipsj.or.jp/event/sj/sj2018/IT-F_AITC.html>.
- [18] 松山憲和, “協働プロジェクト『空気を読む家』”, <https://www.slideshare.net/aitc_jp/2018-it1> .
- [19] 南大智,牛尼剛聡, “このユーザは信頼に値するか? -SNS における協調的な信頼推定モデル”, DEIM Forum 2017 B1-4
- [20] 片山太一,佐藤有記,宇津呂武仁,芳中隆幸,河田容英,福原知宏, “機械学習を用いたスパム検出における信頼度の利用”, DEIM Forum 2009 B9-6.
- [21] 吉本和紀,鈴木優,吉川正俊, “マイクロブログにおける他社への影響を考慮した投稿者の重要度推定手法”, DEIM Forum 2010 C4-4.
- [22] 金子鷹弥, 牛尼剛聡, “投稿型サイトにおける影響伝播を利用したコンテンツのクオリティを考慮したランキング手法”, DEIM Forum 2010 C3-5.
- [23] 鈴木優,吉川正俊, “CredibilityRank:編集履歴と著者情報を用いた Wikipedia の記事信頼度算出手法”, DEIM Forum 2011 F1-1.
- [24] 鈴木優,石川佳治, “信頼度を考慮した知識の構造化”, DEIM Forum 2011 F3-2.
- [25] 河中照平,井上潮, “閲覧者にとって有用性の高い Web ユーザレビューランク付け手法の検討”, DEIM Forum 2014 B5-5.
- [26] 川本貴史,豊田正史,吉永直樹, “マイクロブログからの社会的影響力を持つ情報カスケードの早期検知”, DEIM Forum 2016 A6-2.
- [27] 小山聡, “ヒューマンコンピューテーションの品質管理”, 人工知能学会誌, pp.27-33, 2014.
- [28] 加藤義清,黒橋禎夫,江本浩, “情報コンテンツの信頼性とその評価技術”, 人工知能学会研究会資料, SIG-SWO-A602-01.
- [29] 菅家智史, “行動変容の基礎知識”, <http://www.fmu.ac.jp/home/comfam/study/pdf/30_file02.pdf>
- [30] 山岸俊男, “信頼の構造: ころろと社会の進化ゲーム”, 東京大学出版会, 1998.
- [31] 農林水産省, “食品ロス削減に資する啓発資料の公表について”, <<http://www.maff.go.jp/j/press/shokusan/kankyoi/180417.html>>.
- [32] Orange Operation, “Amazon go でミライ体験”, <<https://orange-operation.jp/posrejihikaku/self-checkout/10331.html>>.
- [33] Kahneman, Daniel, and Amos Tversky, “Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk”, *Econometria*, XLVII, pp.263-291, 1979.
- [34] Whitehead, Duncan, “The El Farol Bar Problem Revised: Reinforcement Learning in a Potential Game”, University of Edinburgh School of Economics, 2008.