

2010 年度卒業論文

山田正雄ゼミナール

——オーギュメントドリアリティ技術——

—認識精度の向上と多様化について—

日本大学法学部 政治経済学科 4年

学籍番号：0720375

佐藤 晃

はじめに

ICTの発達は社会と密接な関わりを持つが、特に近年のICT技術は社会・経済に対して直接的な影響を及ぼすことが少なくない。その中でもここ1, 2年で著しい発展と普及を遂げた技術が「AR技術」、オーギュメントドリアリティ=拡張現実である。

拡張現実とは、我々が目にする光景（現実）に対してデジタルな情報を可視的に付加することを言う。基礎的な概念や研究は数十年前から存在していたのだが、実用的なレベルに達したのは21世紀に入ってからであり、さらに商業的かつ大規模な普及を見せ始めたのはここ1, 2年足らずである。しかし英国の研究機関juniperresearchによれば、2014年までに7億ドルの市場が生まれるとさえ言われており、その急激な発展速度には目を見張るものがあるが、逆に現時点ではまだ普及が始まったばかりということでもある。事実、全ての人々がAR技術に触れているわけではなく、普及の伸びしろはまだ大いにあるというのが一般的な見解とされている。

本研究ではAR技術がどのようなものかといった概説を皮切りに、具体的な特徴、なぜ近年になって普及したのかなどに言及、そこから現在のAR技術の問題点と、その解決策について研究する。またこの解決策自体がAR技術の新しい用途を開拓する可能性を持ち、そもそも問題解決によってAR技術が進歩発展することもある、現在では行われていないような使い方が模索できるようになるであろう。本論ではこれについても追求し、AR技術が今後どのような用途に供されるのか、そこから更にどのような形へ発展していくのか、といった研究考察もまた主題の一つとして扱う。これは主に現在普及している娯楽分野・広告分野だけでなくそれ以外への普及を考察する形を取り、そこからARの可能性とその広がり大きく期待する結論へと導くこととする。

[注]

[1] <http://www.juniperresearch.com/viewpressrelease.php?id=197&pr=166>,

Press Release: Augmented Reality on the Mobile to Generate \$732 million by 2014, Driven by Mobile Apps and Mobile Advertising, according to Juniper Research,
Juniper Research

-目次-

はじめに

1 ARとは何か

1.1 基本概念(広義のAR)

1.1.1 狭義のAR

1.2 構成について

1.2.1 基本的な仕組み

2 ARの実態

2.1 ARの種類

2.1.1 位置情報型AR

2.1.2 画像認識型AR

2.2 コンテンツについて

2.2.1 自社提供型

2.2.2 プラットフォーム型

2.2.2 ソーシャルメディア型

2.3 性質

2.3.1 インターフェイスとしてのAR

2.3.2 メディアとしてのAR

3 具体例

3.1 セカイカメラ

3.2 立体物の投影

3.2 観光資源として

4 ARを取り巻いてきた状況

4.1 歴史

4.2 発展・普及

4.2.1 近年の背景

4.2.2 スマートフォン

4.2.3 技術とインフラ

5 問題点と解決、発展

5.1 問題点

5.2 現在研究されている解決法

5.2.1 マーカーレス型 AR

5.2.2 画像認識型と位置情報型の連携

5.2.3 現実側での対応

5.2.4 無線（RFID、Wi-Fi など）の応用

5.3 想定される使い方

5.3.1 モバイル AR 同士の相互拡張

5.3.2 より能動的な広告

5.3.3 拡張対象の多様化

5.4 現実との兼ね合い

5.5 プラットフォーム型 AR の将来性

6 むすびにかえて

参考文献

1. AR とは何か

1.1 基本概念

AR=Augmented Reality (拡張現実) とは、現実の上に電子情報を重ねて表示する技術である。即ち現実の情報を映像などで一旦入力した後、これに任意の情報を付加した形でユーザーに出力、提示するといういわば“加工”が AR である。強化現実という訳語もあり、いわゆる VR=Virtual Reality とは異なる概念である。

1.1.1 狭義の AR

普及が始まったばかりの AR はその基本定義が非常に広範かつ曖昧であり、事実上のバズワードと呼んでも差し支えないほどである。例えばユーザーへの提示方法は映像に限らず、音声や震動といった方法までもが研究されているが、これは今日我々が一般的に使用する AR 機器とは形態が著しく異なる注1。

こういった広範さはそのまま将来性や可能性に繋がっている側面も持つが、本論では対象を“映像出力をユーザーへの主な提示方法とし、高機能携帯端末にて使用できるもの”に限定する。これが現在最も普及した、そして今後も普及が続くであろう、いわば“一般的な AR”と呼べるものだからである。本論では一般生活に於いて最も多用されるそれを主題とすることによってより現実的、即物的な発展と展望を目指すものである。

ちなみに情報の入力については映像だけに限定せず、各種の無線やインターネット経由で情報を入力することも視野に入れて本論は展開されている。こちららまた現時点での AR にはよく見られる手法であり、今後の発展に大きな役割を果たすことを期待して扱う事とした。

1.2 構成について

AR の基本的な必要条件としては、以下の要素が挙げられる。

1) カメラ

まずは現実情報を入力する機器が必要となる。上述したように本論では映像にてユーザーに拡張結果を提示することになるため、当然ながら映像情報を入力しなくてはならない。

2) ディスプレイ

拡張結果をユーザー側に提供するためにももちろん必要である。映像に頼らない出力方法も存在するわけだが、これを本論で扱わないのは前述したとおりである。現実の映像を拡張するという性質上、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）が主流的に研究されていたが注2、近年スマートフォン等の高機能携帯端末がAR技術の主流となってきたにつれ、当然ながらその端末画面がAR出力ディスプレイとして使用されている。

3) 拡張対象（現実）

一体何を拡張するのかという点は、後述するマーカー型や画像認識型といったARの方式に大きく関わってくるものである。

4) コンテンツ

実際の拡張内容、付加する情報のことを“アノテーション”と呼称するが、ここではより広義に内容全体やサービス体系等も纏めた“コンテンツ”という概念も用いる。例えばあるコンテンツ・サービス内での拡張情報の一個一個それぞれがアノテーションに当たると考えればよい。

1.2.1 基本的な仕組み

以上のような基本構成を踏まえたここでARの具体的な動作例を記述しておく。

まずはカメラが現実情報、特に拡張対象となる映像を入力してコンテンツ（を処理駆動するアプリケーション）に送る。コンテンツは映像から拡張する対象とその対象に拡張すべき情報、即ちアノテーションを導き出して入力映像に上書きする。こうして現実の映像の上にアノテーションが載せられた映像をディスプレイに出力する。

これがARの一般的動作例となる。

[注]

[1] 著名な例としては <http://www.markuskison.de>、touched echo、Markus Kison など。これは骨伝導方式の音声伝達によって音響的なARを実現する芸術作品であり、視覚的、映像的な要素はほとんどもない。

[2]スマートフォン登場以前のAR研究はそのほとんどがHMDと密接に関連していた。後述するダモクレスの剣などはむしろHMD関連の研究という意味合いが強かったほどであり、今日これらがAR研究とみなされているのは“後年の再解釈”ではないかという感があるのは否めない。一方で今日に至ってもHMDを用いたARが無くなったわけではなく、あくまでスマートフォン（のディスプレイ）は選択肢の一つに過ぎない点には留意されたい。

2. ARの実態

2.1 ARの種類

現在一般的に普及している、つまり高機能携帯端末などで使用されるARには概ね以下の種類に大別される。

2.1.1 位置情報型AR

GPSなどを使ってAR機器（ユーザー）の現在地を割り出し、予め指定された座標、地点にアノテーションを拡張する方式。

2.1.2 画像認識型AR

マーカーや物体（映像）をカメラで認識させ、これに応じたアノテーションの拡張を行う方式。なおマーカーは一般的にQRコード等の二次元バーコードが記述されたものが知られているが、昨今ではそういったコード情報を持たない単なる目印、図像などのみが書かれたマーカーも登場している。前者はマーカー自体が情報を持ち、後者は図像を認識したAR側が情報を当てはめるといった形が多い。

2.2 コンテンツについて

コンテンツにはその供給体制においておおまかに「自社提供型」「プラットフォーム型」「ソーシャルメディア型」の三つに分類される注1。現時点では自社提供型とソーシャル型が多く、プラットフォーム型（ブラウザ）は規格統一の問題から現時点ではあまり存在していない。ただし、結果論や機能的にプラットフォーム型と類似する方式のものはある。またこの区分は重複する場合もあり得ると考えられる注2。

2.2.1 自社提供型

単純にある企業が独自に開発したARコンテンツを指す。2011年現在では後述するプラットフォーム型があまり普及していない一方でこちらが優勢、すなわち各個多数のARコンテンツが乱立している状態といえる。

なお現在では一般人でもARコンテンツを開発できる環境が容易に構築できるため、個人単位で提供されるARコンテンツも少なくない。

2.2.2 プラットフォーム型

ARにおけるブラウザとでもいうべき基本プラットフォーム・ソフトウェアをある企業が開発し、その上に他社、多様なコンテンツ（アノテーション）が配信されるタイプのもの。

しかし実際の開発には規格の統一などが大きな問題となってあまり登場していないのが現状である。あくまで今後の登場と発展が期待されるのみである。

ただし、後述するソーシャルメディア型がこれに近いとは言え、その発展がプラットフォーム型に直結する可能性は否定できない。

2.2.3 ソーシャルメディア型

企業がコンテンツを提供するのではなく、ユーザー側が独自にコンテンツ（アノテーション）を制作する方式。またそれがインターネットを介して他ユーザーと共有されるという特徴がソーシャルメディアたるゆえんとされる。

現時点で最も著名なARアプリケーション「セカイカメラ」がこれに該当するため、結果的に最も知られているARコンテンツの形式とも言えよう。

なお、ユーザー側のアノテーション制作とその共有は共通のコンテンツ上で展開されることになるため、この機能面に於いてはプラットフォーム型の一種とも言える。実際、セカイカメラには登場後のアップデートでコンテンツそのものの追加拡張が行われており、少なくともプラットフォーム型の先駆的な性格は持っていると考えてよい。

2.3 性質

前述の区別がそれぞれARの機能や構造に関する分類だったのに対し、ARを実際にどのように使うのか、という目的や方向性についても分類できる。ここでは大まかにユーザーを補助するインターフェイスと、そうではないメディアという大別で捉える。前者にとって拡張はユーザーを支援する“手段”なのに対し、後者は拡張そのものが“目的”となっていると解釈して頂ければ分かりやすいだろう。もちろんこの二種も重複する場合はあるだろう注2。

2.3.1 インターフェイスとしてのAR

AR という技術の主な利点、特質としては、本来ユーザーが感知できない情報を視覚化して提示できるというものが上げられる。極論すればGUI (Graphical User Interface) の概念に通じるものであり、ユーザーが認識できない、または認識が困難な情報を簡便に伝えることを目的とするものである。これはAR の概念が生まれた際に考慮されたいわば本来の目的でもあり、実際に初期のAR 研究は、例えば先述したKARMA などが顕著な例であるように、工学や軍事などでの視覚補助インターフェイスを目指したものであった。必要だが肉眼では見えない情報を表示したりすることによって生活や行動を補助したり、便利にしたるのが特徴と言えるだろう。

2.3.2 メディアとしてのAR

AR のもうひとつの性質は、これが一種のメディアになりうるということである。上述した“インターフェイスとしてのAR” が本来の目的であるならば、“メディアとしてのAR” はAR 技術が実際に普及するにあたって登場した、いうなれば応用としての使い方である。すなわち娯楽や広告といった、補助用ではなくそれ自体が目的化した情報の提供のことを指す。インターフェイスとしてのコンテンツも多く存在し、また両者の性質を併せ持つコンテンツも少なくないが、2010年度現在としてはメディアとしてのAR コンテンツの方がより普及しているのが実態である。

[注]

[1]小林 啓倫 『AR-拡張現実』 マイコミ新書 2010年 50～54頁。これには「また複数のパターンを組み合わせたアプリも生まれてくるはずである」との見解も併記されているが、[2]で述べる“分類そのもの” が対立せず重複しうるとの見解は本論文筆者独自のものである。

[2]本文中でも示したソーシャルメディア型とプラットフォーム型の関連をはじめ、そもそもこの区分は互いに排除しあう性格のものではない。例えばある特定企業が自社提供型コンテンツを開発したとして、しかしこれに多くの企業やユーザーが他コンテンツ（アノテーション）を提供する環境と機能も実装されたとすれば、自社提供かつプラットフォーム

かつソーシャルメディアという形態が実現する。セカイカメラはこの形態に非常に近い。

[3]例えば広告 AR コンテンツは明らかにメディアであるが、ユーザーが求めている情報を提供することができる広告（空腹時に飲食店の広告が表示される等）であればインターフェイス的な役割を果たしていると言えるだろう。

3. 具体例

既に様々な種類の AR コンテンツが登場している現在、その種類としては娯楽や広告などが多くを占めている。その中でも特に著名な具体例、特に本論文で重視しているスマートフォン用のいわゆるモバイル AR を挙げて現時点での AR の方向性を示すことにする。

3.1 セカイカメラ

iPhone、Android 上で動作する AR コンテンツ^{注1}。頓智ドット（トンチドット）株式会社が提供するフリーウェアである^{注2}。非スマートフォンの携帯電話向けの「セカイカメラ ZOOM（ズーム）」も登場している。

主な特徴として、対応スマートフォン内蔵のデジタルカメラによって現実の画像を入力し、それに対応する“エアタグ”と呼ばれるアノテーションを拡張表示する。エアタグは文字情報、音声、画像などを記述可能であり、ユーザーが自由に付加することができ、ユーザー間で共有される（頓智ドットが予め提供したアノテーションも存在する）。応用的な展開として（他社製のものも含むゲームコンテンツや、ツイッター連動コンテンツなどの「セカイアプリ」^{注3}がリリース後のバージョンアップで追加実装された。また様々なキャンペーンやイベントとも連動したケースが存在し^{注4}、ソフトウェアとしてもサービス体系としても拡張性の高さがうかがえる。現在国内ではトップクラスの普及度を誇る AR コンテンツであり^{注5}、現時点での AR ブームを協力的に牽引していると言っても過言ではない。

セカイカメラは本論文の分類に照らし合わせると、“位置情報型”かつ“ソーシャルメディア型”、そして“メディアとしての AR”ということができる。ただし上述したように様々なコンテンツの追加や外部との連携が多々行われているため、“プラットフォーム型”としての性質も備えていると考えてみて間違いはない。またアノテーションについてはソーシャル（ユーザー）な提供のみならず、頓智ドット株式会社自身が提供するものも少なくないため、部分的には“自社提供型”に近い性質も持っていると言えなくもない。今後もさらなるバージョンアップやコンテンツ追加が予想されており、現在最も可能性に満ちた AR コンテンツと言えるだろう。

3.2 立体物の投影

現実の画像に重ねて表示するという性質上、アノテーションは 3DCG によって表現される場合が少なくない。三次元的な表現は、二次元的な表現よりも画像との統一性が高まるこ

とがメリットとして考えられるし、また拡張対象を動かす、あるいは逆に AR デバイス側が拡張対象の周囲を移動することにより、アノテーションを様々な角度から見るという事態が発生するため、これを利用して 3DCG をあらゆる視点から見るという行為に転化できることも理由と考えられる。

事実、スマートフォンに提供されているモバイル AR コンテンツの中には、こうした 3DCG アノテーションを活かしたものが少なくない。その種類は非常に豊富であるが、経済的、社会的に大きな影響を与えた事例としてここでは大手コンビニエンスストアグループ“ローソン”が展開した「エヴァンゲリオンキャンペーン」を挙げたい注 6。これは大人気アニメに登場する巨大人型兵器を箱根旧仙石原中学校注 7 の校庭にアノテーションとして拡張出現させるというものであった。ほぼ実物大とされる 80 メートルの巨大アノテーションは 3DCG のためあらゆる角度から視認が可能であり、このキャンペーンは大きな反響を呼んだ。しかし、予想を大きく超えたユーザー数の殺到によってこのキャンペーンは短期で打ち切られることとなってしまった。キャンペーン関係者も多数のユーザーの来訪はある程度は想定しており、例えばローソン店舗内での AR や都心でのキャンペーンなどといった案を破棄する等の対策を取っていたのだが、それすらも上回るほどの反響だったということである。

本論文の分類に従えば、この AR キャンペーンは“位置情報型”かつ“自社提供型”、そして“メディアとしての AR”、それもローソンの販促というイベント的広告としてのメディア展開であった。AR コンテンツやサービスの為に現実の土地環境等を考慮した、またしなければならなかったという事例を示した点に於いて、このキャンペーンは非常に先駆的かつ重要なものになったと言え、今後の AR コンテンツに影響を与える可能性は小さくない。

3.3 観光資源として

前述したエヴァンゲリオンキャンペーンもそうだが、AR（特に位置情報型）は現実世界と密接に関わるが故に、いわば土着のコンテンツとして最適である。即ちある土地の情報を拡張するメディアやインターフェイスとして運用できれば、それは強力な観光資源として十分に機能しうるのである。また現代では喪われた古代遺跡や史跡をアノテーションで“復活”させることができれば、物理的な復元よりも遙かに低コストで観光の主力となり、また歴史を学ぶ際の補助ともなりうるだろう。あるいは地域のおみやげの情報などを拡張表示できれば購買率の向上も見込める。いわば観光資源としての AR は、ユーザーを協力を観光案内する“インターフェイス”兼“メディア”となりうるのだ。

このアイデアは比較的早い時期に構想が立てられており、例えば 2005 年には既に関連論

文が発表されている注8。ARが発達普及した近年に於いてはもちろん実現が進んでおり、例えば先述したセカイカメラは積極的にこの分野へ参入しつつある。2010年7月には観光コンサルティング会社のNEWSがセカイカメラ用観光コンテンツ「AR TRAVEL」を配信注9、長野県長野市、埼玉県さいたま市、群馬県利根沼田地区、福島市飯坂温泉地区、栃木県日光市湯西川温泉地区、そして和歌山県全域に様々な観光情報をエアタグとして提供している。またこれとは別に2010年11月には三重県四日市市および津市がセカイカメラと提携した「セカイ実験」注10を展開していた。これはセカイカメラ内のゲームコンテンツに於いて当該地域でのみ発生するイベントを組み込んだものである。

[注]

[1] <http://sekaicamera.com/>, トップページ、Sekai Camera Web

[2] <http://www.tonchidot.com/ja/>, ホーム、頓智ドット株式会社

[3] <http://apps.sekaicamera.com/ja/>, ホーム、セカイアプリ

[4] 著名な例としては、「マン・レイ展-知られざる創作の秘密-」（主催：国立新美術館、日本経済新聞社）に協賛したケースがある。本論文執筆時に参照した公式サイト <http://www.man-ray.com/>, は期間終了に伴って現在は削除されたため、ここでは代替として http://www.softbanktelecom.co.jp/ja/news/press/2010/20100622_01/index.html, プレスリリース2010年、ソフトバンク を記載しておく。他にも観光関連のキャンペーンに連動したケースもあるが、こちらは本文3.3を参照されたい。

[5] 現在の正確なダウンロード数、あるいは普及率について頓智ドット株式会社はその数字を公表していない。ただしリリース直後の時期はこの方針の限りではなく、<http://plusd.itmedia.co.jp/mobile/articles/0909/29/news090.html>, mobile, ITメディアプラスD などによるとiPhone用のセカイカメラはリリース後4日間で10万件ダウンロードを記録したとの発表があったようである。一応、現在でも公式的あるいは大々的な発表は避けながらも多少の情報を出す場合がしばしばあるらしく、例えば[3]でも紹介した http://www.softbanktelecom.co.jp/ja/news/press/2010/20100622_01/index.html,

プレスリリース 2010年、ソフトバンク によれば2010年6月の時点で100万件ダウンロードに達したことが示唆されている。

[6] <http://www.lawson.co.jp/eva/ar/>, キャンペーン、ローソン

[7] アニメの舞台が現在の箱根近辺の中学校であったためこれにあやかっただけで、またその上で多数のユーザーが来訪することやアノテーションが巨大であることなどを考慮し、この旧仙石原中学校の校庭がキャンペーン場所として選択されたのである。なお位置情報型であること、アノテーションが非常に巨大であることから、理論上は学校外からの拡張視認も可能だったのだが、ARに夢中になる余り交通事故が発生する等の危険性を考慮して位置座標から半径70メートル以内でなければアノテーションが表示されないようになっていた。こういった事情については、キャンペーン当事者との対談が収録されている 小林啓倫『AR-拡張現実』マイコミ新書 2010年 に詳しい。

[8] 角田哲也 『拡張現実感における建築物の陰影表現手法』 東京大学学際情報学府 2005年

[9] <http://newskk.jp/contents/globalnavi1268903530743.html>, AR TRAVEL, NEWS

[10] 『「セカイカメラ」を利用したイベント誘客の社会実験「セカイ実験」について』 報道陣向け配布資料PDF 三重県四日市市、津市 2010年11月9日

4. ARを取り巻いてきた状況

4.1 歴史

拡張現実という概念は相当以前から存在しており、確認できる最古の記録としては1965年ハーバード大学のアイヴァン・サザーランド准教授の研究がある注1。これに基づいた俗に「究極のディスプレイ」あるいは「ダモクレスの剣」として知られるデバイスの開発注2を皮切りにARの歴史が開始されたと考えられている。

研究が本格化、あるいは明確な実績を示し始めたのは90年代からと言われている。著名な例として知られるコロンビア大学の「KARMA(Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance)」注3は、マーカーとHMDによって機械の内部構造をユーザーに拡張表示するものであった。

その他に軍事目的注4での研究が進められていたが、より一般的、大衆商業的な分野への普及はゼロ年代以降を待つこととなった。

4.2 発展と普及

4.2.1 近年の背景

ゼロ年代中期を過ぎたころからAR技術は急速に商業分野へ普及、発展を遂げることとなった。具体的な要因は後述するとして、それらの背景にあったのはICT技術の発展と文化的にARの認知度が向上したという二点である。

ICT技術の発達とは、端的に言って先述したARtoolkitのように個人レベルでさえ(無論企業であれば尚更)ARコンテンツが開発可能になったほど敷居が低下したこと、これを実現する周辺技術も出そろったことなどを指す。これを受けてARを主題としたフィクション作品が多く登場することとなり注5、一般人に対してARという技術概念が広く認知されることとなった。これが需要の発生と拡大に直結し、また一部技術者にフィクションを実現するという明確な目標とモチベーションをもたらすこととなってARコンテンツが激増することとなった。

4.2.2 技術

技術的な側面についてより詳しく解説すると、それまでの問題点として“位置あわせ”(アノテーションと現実がずれないように、位置認識をかなり精密に作らなければならない)やデバイスの性能・サイズなどがあった。

しかしコンピュータを始めとする各種機器の高性能化と小型軽量化により、これらの問題が概ね解決。また研究機関や大学などの専門的な場所のみならず商業レベル・個人レベルでも AR コンテンツの作成が可能な環境がそろったことも重なり、AR が“実用的”なものとして運用できる状況となった。

4.2.3 スマートフォン

こういった状況下に於いてもっとも重要と考えられているのが高機能携帯端末、俗にスマートフォンと呼ばれる携帯電話の登場であった注 6。スマートフォンはカメラとディスプレイ、コンピュータ(処理能力)という条件を最初から満たしていたこと、任意のアプリケーションを自由に作成、追加できること、そしてそもそも携帯電話であるため AR が活躍できる場面への接触機会が多かった、すなわち屋外にて運用されることなどから、AR のスマートフォンへの進出が盛んとなったのである。折しも米アップルコンピューター社が販売する iPhone が爆発的な普及を遂げたため、スマートフォン市場自体が拡大して需要が巨大化したことも AR の普及に大きく貢献していると考えて間違いない。

[注]

[1] I. E. Sutherland, “The Ultimate Display” Information Processing Techniques Office, Proceedings of IFIP Congress, 1965, 506-508. なおこの研究は実質的に初期の VR 研究でもあり、故に AR と VR が隣接する概念として扱われるゆえんともなった。こちらの論文は AR (HMD) の可能性や方向性について論じたものであり、その実践として開発されたデバイスそのものの研究については[2]に詳しい。

[2] I. E. Sutherland, “A Head-Mounted Three Dimensional Display” , Proceedings of the Fall Joint Computer Conference, Thompson Books, 1968, 757-764. ちなみにダモクレスの剣という俗称については、開発されたディスプレイが非常に大型で重量もある懸架式の HMD だったことから、ある国家元首が自己の地位の危うさを例示するため玉座の頭上に刀剣類を吊るしたという故事に倣い命名されたという。

[3]<http://graphics.cs.columbia.edu/projects/karma/karma.html>, Knowledge-based

Augmented Reality for Maintenance Assistance, KARMA. 本文中の機械とはレーザープリンタのことであり、KARMA はこれのメンテナンス支援を目的とした実験システムであった。対象となるプリンタの主要なパーツにあらかじめ 3 次元トラッカー（マーカ）を設置しておくことによってそのパーツの情報を検出、HMD 上にアノテーションとして表示し、各種メンテナンス等の作業を補助するものである。

[4]軍事、特に軍用航空機に於いて現実の映像に各種情報を上乗せして表示する HUD や HMD はその性質上あきらかに AR 技術の一種であるし、そもそもそういった軍事利用にもらんで米国での AR 研究の一部は行われていた。特に近年の戦闘機ではアナログ計器を廃してデジタルなインターフェイスを重視する設計思想が主流となりつつあり、その一環として HUD と HMD も発達と普及を遂げている。著名な例を挙げれば、現在開発中の多用途ステルス戦闘機 F-35 ライトニング II の HMD システム (F-22 等他機種への移植も検討されていると言われる) は今まで以上に多くの情報を、各種計器を介さず直接的に映像提供するものであり、実質的に AR 機能を非常に重視、特化したデバイスだと言える。

http://www.jsf.mil/f35/f35_technology.htm, Technology, JSF-mil

[5]SF 等のフィクションでは AR に関する描写がなされた作品は少なくない。中でも特筆すべきは 2007 年に NHK で放送された『電脳コイル』および 2009 年にフジテレビ系列で放送された『東のエデン』という二つのアニメで、これらが人気を博したことにより拡張現実という技術概念が広く知られるようになった。

[6]単純にハードウェアの性能面に関して言えば、スマートフォン以外の携帯通信機器、例えばガラパゴスと通称される一般的な携帯電話でも AR の運用が可能な場合はある。実際に au は 2010 年 6 月に非スマートフォン機種向けの AR コンテンツ「セカイカメラ ZOOM」をリリースしている。が、それ以前には非スマートフォンの携帯電話で AR アプリケーションを有したものはほとんどなかった。これは単純に AR 技術の成熟とスマートフォンの普及が時期的に隣接、重複していたという部分が大きいだろう。また携帯電話が AR に不向きだというより、スマートフォンの持つソフトウェア面での拡張性が AR の追加に有利だっただけという相対的な事情も考えられる。セカイカメラ ZOOM はスマートフォン用のセカイカメラの移植であり、いわばスマートフォン側の動向を後追いしたものであった。

5. 問題点と解決、発展

5.2 モバイル AR の問題点

現在、スマートフォンなどで使われている AR コンテンツ（以下、モバイル AR と便宜的に呼称する）は第二章で紹介した位置情報型が主流である。モバイル AR は屋外で頻繁に使用されるという性質、またそういった屋外はマーカーが存在しない、あるいは設置が困難な場合が多いことなどから、位置情報型がモバイル AR にとって最適であろう。しかし現在の位置情報型モバイル AR には一つ問題がある。すなわち、位置情報の確認は主に GPS を使用して行われるが、この GPS の性質的な問題として座標に“ズレ”が生じることである注1。モバイル AR で各種コンテンツを提供する際、このズレは致命的な欠点となりかねない。例えばある店舗の情報を提供する AR では、現実の該当店舗ではなく隣や斜向かいにアノテーションが表示されてしまう、といった現象が起こりうる。位置情報の精度は端末側の問題でもあり、その性能によってはそれほど深刻にならない場合も多いが、だとしても精度は高いに超したことはない。現時点で行われている対策としては、周囲の Wi-Fi アクセスポイントと通信することにより高精度な位置情報を得る方式が知られているが、必ずしもアクセスポイントが偏在し、また通信可能な状態にあるとは限らない。よって別方式の解決策の需要は十分にあると言えよう。

5.1 現在研究されている解決法

5.1.1 アクセスポイントの利用

現時点で行われている対策としては、周囲の Wi-Fi アクセスポイントと通信することにより高精度な位置情報を得る方式が知られているが、必ずしもアクセスポイントが偏在し、また通信可能な状態にあるとは限らない。よって別方式の解決策の需要は十分にあると言えよう。

5.1.2 マーカーレス型画像認識

画像認識型 AR も決して少なくないが、その多くはマーカー式のものである。屋外に於いては常にマーカーを設置できるとは限らないという点が足枷となっているが、そもそもマーカーに頼らない画像認識が可能であればこの問題は解決できる。

マーカーを必要としない方式、いわゆるマーカーレス型画像認識は高い技術が要求される方式であったため後発となったが、近年の画像認識技術の研究と発展は目覚ましく、実

際にマーカーレス型の AR コンテンツも登場しつつある。マーカーレス型を用いて屋外の建築物を認識できるようになれば、その建築物の情報から現在地を割り出せるであろう。

5.2 今後想定される解決法

5.2.2 画像認識型と位置情報型の連携

本論文にて新たに提示する解決法として、前述した方式を組み合わせる形態が挙げられる。即ち GPS による位置情報に対してマーカーレス型画像認識による“訂正”を加えるという方式である。特定の建物（ランドマーク）を予め画像情報として登録しておき、これを撮影するとその座標をアノテーションとして位置情報に拡張し、GPS の情報と摺り合わせて現在位置を修正するのだ。なおこの方式は当然ながら既存のアクセスポイント利用方式との併用も可能であり、状況に応じてこの二種を使い分ければ、位置情報の確実性を飛躍的に向上させることができるのではないだろうか。

5.2.3 現実側での対応

なおマーカーについては何度か述べたように、必ずしも設置できる環境があるとは限らないものであるが、逆に設置可能な状況下であるなら確実な手段として活用できる。またマーカーレス型に関しても、認識しやすい対象物を選択するという方式はありうる。よって例えば画像認識に対応した屋外広告や標識といったものの実現や普及もまた問題解決の一手段として十分考慮に値しよう。一部の広告には実際に携帯電話を対象としてマーカー（QR コード）が記述される場合も珍しくないが、これに位置情報をも添付、もしくは AR コンテンツ側が位置情報を取得判定できるようになれば非常に有力な解決法となりうる。

5.2.4 無線の応用

既に Wi-Fi（アクセスポイント）を利用する方法については述べたが、ここではさらに進んで AR への情報提供に特化した無線電波機能を提唱したい。例えば Wi-Fi に限らず、AR 専用の RFID などを用意しても良いし、またそれが AR 側（スマートフォン側）の Wi-Fi 通信や電話回線に対応するパッシブタグ式であればコスト、大きさ、電源等の運用の簡易性などあらゆる面で Wi-Fi アクセスポイントより手軽に設営できるため、設置できる環境がかなり多くなると考えられる。またこの方式ならば位置情報だけでなく様々な情報を供する

こともできるだろう。

5.3 想定される使い方

現在のモバイル AR は娯楽や広告を目的としたコンテンツが多い。AR は未だに発展途上、黎明期の技術であり、その可能性は良くも悪くも未知数と言える。ここでは前述した問題解決によって開かれる展望を基に、今後可能になるであろう AR の使い方を提唱したい。

5.3.1 モバイル AR 同士の相互拡張

現在の AR が画像認識や位置情報を主に使用しているのは幾度も述べているが、それ以外の情報もちろん活用でき、またそれには無線電波を用いればよいということは前述したとおりである。拡張する対象物は現実の映像であり、拡張結果の出力も映像とすべきであると第一章では定義したが、拡張するための情報入力については映像に限らなくても良い、むしろ様々な手法を是非とも考慮すべきであろう。

ここから現在開発が進んでいるのは、モバイル AR (スマートフォン) 同士による通信によって相互的な AR の可能性である。既に一部の AR コンテンツでは他者の情報をもアノテーションとして表示できるようになっているが注2、これはインターネットを経由したクラウド的な情報交換である場合が多い。これを更に発展させればユーザー同士、AR コンテンツ同士の拡張しあいが可能となるのだ。

本論文ではこれに加えて、インターネットを介さない相互拡張、いわばノンクラウドな方式も提唱したい。スマートフォンの Wi-Fi 機能や電話発信機能を使い、“直接”相手の AR コンテンツと無線通信を行うのである。先に述べた RFID の使用もこれに通じるものである。インターネットを介さないということは、そもそも電波状況や Wi-Fi 環境の不備などによる接続問題を無視できるということであり、一部地方のような難通信地域であっても相互拡張が可能になるというメリットが考えられる。また直接会わなければ(近距離に居なければ)ならないというデメリットは、相手と会うこと自体をある種の価値、イベントとして活用するという応用が効くだろう。例えば地域を限定した AR キャンペーンなどでの有用性が考えられる。またインターネットを介さないという点からセキュリティ面での安心感が得られるという心理的効果も考えられる注3。

5.3.2 より能動的な広告

AR は既に広告関連での使用・普及は始まっているが、検索連動や行動ターゲティングとの連携でより進歩できるだろう。即ち、単にその場で AR 広告を出すだけでなく、その内容がユーザーの指向や行動に寄り添った形で展開させることができるようになれば、非常に有力な広告となりうる。例えばユーザーが中華料理を好むというデータを AR コンテンツが入手すれば、近隣の飲食店情報のうち中華専門店だけを選択してアノテーション表示するなどといった手法が考えられる。あるいは時間帯に応じてアノテーションを随時変更させるといった方法も考えられるだろう。

昨今の広告は消費者の行動や検索性を念頭に置いた方向への進化を模索しており、また各種のインターネット広告はその先端的実例であるが、実際に屋外、いわば“その場”にて展開可能な AR はより別の効果をもたらすであろう。既存の AR 広告がいわゆるセールスプロモーションの一種としての“イベント”であったのに対し、今後はイベントではないより恒常的かつスマートな形の広告へと進化するのではないだろうか。

5.3.3 拡張対象の多様化

現在は位置や画像（そして今後は無線情報）などが AR の拡張対象であるが、更なる多様化も考えられよう。音声、気温、湿度、時刻、天候など、様々な情報を拡張対象とすれば、その分だけ AR の可能性が広がっていくのは間違いない注4。例えば野鳥の鳴き声を入力して分析し、その野鳥の情報や推定現在地などをアノテーションとして表示することによってバードウォッチングを補助するであるとか、前述した能動的な広告にも応用して天候や気温によって紹介する製品や店舗を逐次更新するなど、非常に多彩な可能性が考えられる。

5.4 現実との兼ね合い

先述した具体例の項でも触れたが、AR は使用される現実と密接な関連性を持つ。例えば AR に夢中になって交通事故を起こしてしまうという危険性もその一つであるし、また AR のおかげでアウトドア関連産業の需要が増大する可能性もそうであろう。こういった現実性との兼ね合いに於いていかにリスクや問題を減らし、いかにメリットを最大限にするか、それが今後の AR 発展の鍵となるのは間違いない。

これは技術的な話題というより総合的なコンサルティングとプランニングの問題となってくるのだが、AR コンテンツの提供側は拡張対象となる現実の実態を知悉し、それに上手

く対応する動きが求められる。それを円滑に行う手段という意味では、やはり AR 技術の発達は重要極まりない。先述してきた認識精度の向上や拡張対象の拡大などはまさにこの点に大きく関わるものである。例えば観光支援用の AR コンテンツなどは観光資源の正確な位置情報が要求されるため、ここまでで述べてきたような各種の精度向上を計る必要は大きいであろう。また AR コンテンツの人気によってユーザーがあまりにも多く訪問するような自体が起きた場合の対処として、ユーザー数に応じて迂回路情報の提供や渋滞警告などをするという方法があるが、これの実現にはユーザー同士 (AR コンテンツ同士) 相互の拡張、情報交換を用いれば効率的に実現できる筈である。

以上のように、AR はまず現時点で生じている問題点の解決や性能向上を図ることによってこそ新しい可能性が広がる技術ではないかと考えられよう。

5.5 プラットフォーム型 AR の将来性

現在の AR コンテンツは自社提供型が多いという点は本論文にて既に指摘している。各 AR コンテンツがバラバラの状態は、ユーザーにいちいちそれらをインストールし使い分ける必要性が生じるという点で若干の不便さが否めないだろう。インストールはともかく、使い分けという部分では単一の AR コンテンツに集約した方が高効率だし、また同一コンテンツ内であればこそ (下位) コンテンツ同士の連携などといった新しい使い方も産むことが出来、結果としてユーザー側の利便性は大きく向上するであろう。即ち、プラットフォーム型 AR は AR コンテンツ全体を飛躍的に発展させる可能性を秘めていると考えられるのである。

現在の AR コンテンツは相互の互換性や統一規格が存在しないという点から成立が難しいとされているが、実際にはセカイカメラがこの状況に一步先んじてプラットフォーム化を目指し、また着々と実現しつつある。互換性や統一規格の問題は多数派かつ先駆性の高いセカイカメラがある程度は解決していけるということなのである。早い話が、セカイカメラがブームになった時点で互換性と統一規格は障害ではなく“セカイカメラに追随、付随する概念”に転落したのだ。普及数が多いという単純な理由のみで問題が解決しつつあるとも言えよう。

ではセカイカメラ以外のプラットフォーム型 AR が登場するか、というより登場して普及しうるか、という部分については不透明と言わざるを得ない。セカイカメラは位置情報型 AR なのでこれと衝突しない画像認識型 AR に関しては可能性と需要が考えられるが、とりあえず 2010 年度現在に於いては有力な画像認識型プラットフォームモバイル AR は存在しな

い。逆にセカイカメラが画像認識機能を実装する可能性ならあるようだ。現時点では公式的なアナウンスや予定として画像認識機能関連の情報は発表されていないが、頓智ドット株式会社はセカイカメラのリリース前後の時点で既に将来的に対応を想定しているとの発言をしていた注5。実現する確立と時期は非常に不明瞭ではあるが、もし実現すればセカイカメラは非常に理想的で強力なプラットフォーム型AR、それこそブラウザARと呼べるほど高性能化、肥大化するということになるであろう。

[注]

[1] 例えば iPhone の GPS 関連サービスは数メートル～数十メートル、時には 100 メートル単位の誤差さえ発生する場合がある。無論これはあくまで極例に過ぎず、他のスマートフォンなどではより良好な結果が得られる場合も少なくない。が、精度がより向上して困ることはない、むしろ様々な発展が考慮できるようになるのは本文中に示した通りである。ちなみに筆者は神奈川県横浜市某所で iPhone 用セカイカメラを使用した際、何度か東京都江東区新木場に“ワープ”した経験がある。

[2]セカイカメラの一部コンテンツなどで実装されている。

[3]要するにハッキングやクラッキングなどといった懸念が払拭できるということである。そういった安全面での問題は本来インターネット側の問題ではなく、あくまで当該サービス側のセキュリティに於ける責任なのだが、実際の、性能的な安全性より“心理的効果”、気持ちの問題として需要があるのではないかということここでは述べている。

[4]音声や時刻はともかく、気温や湿度などをスマートフォン（モバイルAR）に入力するのはデバイスの機能的に不可能である、という問題については、単純にインターネットを介して当該情報を提供してもらうというクラウド的な解決法でよい。実際に iPhone 等は標準で気温や天候の情報を取得、表示する機能が備わっているので、それと AR コンテンツを連動させるだけでこのアイデアは実現できる。

[5] http://k-tai.impress.co.jp/cda/article/news_toppage/44121.html, iPhone をかざすと見える魔法の付箋「セカイカメラ」、ケータイ WATCH

6 むすびにかえて

拡張現実はその歴史こそ古いものの、現実的にはまだ普及し始めたばかりの新しい分野であり、技術的に未成熟な部分も多い。しかしその発展速度は異常なまでの速さを見せ、すでに多様な AR コンテンツが登場している。それらの当面の課題は認識精度の改善だが、これは既存方法の組み合わせや、無線技術の応用で達成できるであろう。こうして問題を改善できれば、より様々な分野への展開と普及が期待できる。現在では娯楽分野と広告分野での使用が目立つが、違う分野への進出がこれから実現していくであろう。またその二つの分野も更なる発展が望めるため、その方面においても AR の多彩さはより広がっていくと考えられる。そういった発展を乱雑な状態にせず、ユーザー側が使いやすい形でまとめる方策の一つにプラットフォーム型 AR が考えられるが、これについてはセカイカメラなどによって実現が相当進んでおり、ごく近い将来にはより完成されたプラットフォーム型 AR, いうなれば AR ブラウザとして結実するという期待が持てる。その実現は AR の進歩と普及の大きなメルクマールの一つになるであろうというのが、現時点での展望である。

参考文献

書籍

- 小林 啓倫 『AR-拡張現実』 マイコミ新書 2010年
日経コミュニケーション編集部 『ARのすべて-ケータイとネットを変える拡張現実』 日経BP社 2009年
丸子かおり 『AR〈拡張現実〉入門』 アスキー・メディアワークス 2010年

論文

- I.E.Sutherland, “The Ultimate Display” Information Processing Techniques Office, Proceedings of IFIP Congress, 1965年
I.E.Sutherland, “A Head-Mounted Three Dimensional Display” Proceedings of the Fall Joint Computer Conference, Thompson Books, 1968年
角田哲也 『拡張現実感における建築物の陰影表現手法』 東京大学学際情報学府 2005年

その他

- 報道陣向け配布資料 PDF 『「セカイカメラ」を利用したイベント誘客の社会実験 「セカイ実験」について』 三重県四日市市、津市 2010年11月9日
日刊サイゾー 『AR Commons 第2回シンポジウム』
http://www.cyzo.com/2010/03/post_4098.html
TECH 総研 『AR (拡張現実) 技術で近未来をつくるエンジニアたち』
http://rikunabi-next.yahoo.co.jp/tech/docs/ct_s03600.jsp?p=001574
Itpro 『場の空気を可視化する「ソーシャル AR (拡張現実)」に大きな可能性』
<http://ameblo.jp/tryal/entry-10583000795.html>
Juniper Research 『Press Release: Augmented Reality on the Mobile to Generate \$732 million by 2014, Driven by Mobile Apps and Mobile Advertising, according to Juniper Research』
<http://www.juniperresearch.com/viewpressrelease.php?id=197&pr=166>
Markus Kison 『touched echo』
<http://www.markuskison.de>

HITlab

http://www.hitl.washington.edu/research/shared_space/

Computer Graphics @ Columbia University 『Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance,KARMA』

<http://graphics.cs.columbia.edu/projects/karma/karma.html>,

JSF·mil 『Technology』

http://www.jsf.mil/f35/f35_technology.htm

Sekai Camera Web 『トップページ』

<http://sekaicamera.com>

頓智ドット株式会社 『ホーム』

<http://www.tonchidot.com/ja>

セカイアプリ 『ホーム』

<http://apps.sekaicamera.com/ja/>

ソフトバンク 『プレスリリース 2010 年』

http://www.softbanktelecom.co.jp/ja/news/press/2010/20100622_01/index.html

IT メディアプラス D 『mobile』

<http://plusd.itmedia.co.jp/mobile/articles/0909/29/news090.html>

ローソン 『キャンペーン』

<http://www.lawson.co.jp/eva/ar/>

NEWS 『AR TRAVEL』

<http://newskk.jp/contents/globalnavi1268903530743.html>

ケータイ WATCH 『iPhone をかざすと見える魔法の付箋「セカイカメラ」』

http://k-tai.impress.co.jp/cda/article/news_toppage/44121.html