

uP：究極のパートナー

—個人の知識・知性の獲得と利用は可能か?—

大座畑 重光†

概要：ここでの「パートナー」とは、“実世界での情報を扱う知的な人工のパートナー(情報パートナー)”を意味する。社会にこのパートナーを創出し、人間に実世界でのより知的で自由度の高い柔軟な航行・行動をもたらすようなシステムを探ることを本テーマの目的とし、その概念イメージを描くことを目標とする。

筆者は1988年以来、反応する現実世界を実現するためのNaviGlasses概念構築プロジェクトに取り組んでいる。1994年頃には、このような概念に対する研究分野として“実世界指向インタフェース”や“Augmented Interaction”という名称が現れ、その後AR/MR、CPSなどが出現している。NaviGlasses概念はインフラに関連するところもあり、現時点では完全な実現は未知であるが部分的実現は可能と考えている。

ここではこの概念をまとめ、パートナーの視点で議論する。

キーワード：インタラクション、UI、GUI、NaviGlasses、ナビグラス、航行めがね、実世界指向、AR、MR、CPS

1. はじめに

NaviGlassesは通常のコンピュータディスプレイに表示されたGUIオブジェクトだけではなく実世界のモノ(オブジェクト)とのインタラクションを可能とする新しい概念である。1988年に発想し、1994年頃にはこのような概念に対する研究分野として“実世界指向インタフェース”や“Augmented Interaction”という名称が出現した^[18-20,23-25]。ここではこの概念を今の視点で再考し、この概念をベースとした究極の情報パートナーuPのイメージを構想する。

uPは、そのユーザの誕生から現在までの視聴覚データなどをすべて獲得し有効利用する。また、他のuPやクラウド側にあるデータを併用することでユーザにより有益な情報支援をもたらそうとするものである。そのため、このuPがユーザをよく知る必要がある。ユーザを常に監視し、ユーザが現在置かれている状況を把握しタイミングよくアドバイスしたり、ユーザの健康管理なども行うことを想定している。このようなことを他の人に常に監視させてサポートを任せるとはかなり難しいため、このuPの代わりに人間に代行させることはおそらく無理だろう。近年のコンピュータの小型・軽量化と計算パワーの飛躍的増大、計算機科学・技術の発展により、人の総合的情報支援を行うuPのようなものを創出させることは可能と考え、ここではその概念イメージを提案し議論する。

2. GUIの向こう側に現実世界が見えた(1988年)

「実世界の中にGUIを見た」というならば当たり前のことだが、長年今日もなお続いているこの状況の中で、逆に

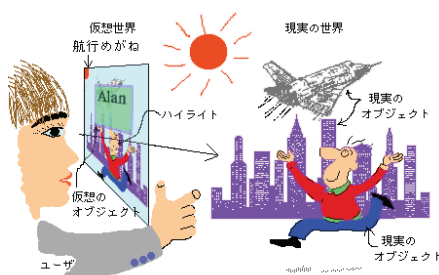


図1. NaviGlassesの原理

NaviGlassesレンズを通して、ユーザが実世界の見ず知らずの人をポイントし、その人の公開情報を得ているところ(ピックアップ機能)。レンズ上には「Alan」という情報が表示されている。この人はこの情報をWebなどに公開情報としてアップしている。

「GUIの中に実世界が見えた」のは当時鮮烈な衝撃だった。これは、ちょうど透明なガラス板の上にコンピュータの出力画面があり、マウスによるGUIのアクセス対象を、ガラス板を通してその向こう側に見える、人やモノなどの実世界オブジェクトにまで拡張できたらコンピュータとの付き合いが大きく変わると思えたからである。どのように変わるのか、社会はどのように変化するかということへの興味を持ち、その取り組みを始めた^[10-12]。

2.1 実世界のシーンがGUIのように-----反応する実世界の構築

パソコンGUIで作業していて、これらのビューを構成する種々のオブジェクトの振る舞いと同じようなことを実世界のビューを構成する現実のものに拡張できないかという素朴な考えをもった。

一見普通のめがねのようだが、強力な計算・通信ネットワークのパワーをもつこのめがねをかけることで、そのレンズを通して歩行中の人や走行中の

† Shigemitsu Ohzahata

ohzahata@mac.com

自動車、ビルなど実世界のものとの多様なインタラクションを実現する(図1)。レンズがそのユーザの視線を正確に追跡し、実世界の何を見ているか、またレンズにディスプレイされた(今のパソコンGUIのような)仮想のオブジェクトの何に注視しているかを正確に把握している[10-17,21-22,27,30]。

実世界のビューを構成する現実のもの(人を含む)に反応性をもたせる。そのためにはどうすれば実現可能か。その仕組み、アーキテクチャはどうあるべきかを探るためにNaviGlassesと名付けたプロジェクトを開始した。このプロジェクトの目的は実世界を対象とした人間の行動における動的な情報支援のための新しい計算・通信ネットワークの世界を創ることであり、実世界のさまざまなシーンを今のGUIとみなしてインタラクションを可能とするような、実世界をデジタル化し、革新的なインタラクションの世界を構築することである。

2.2 NaviGlassesの概要

人の一生に渡って情報支援する人工のパートナーがそのユーザとペアを組んでいろいろな問題を効率よく解決できたら新しい世界が開拓できるのではないかというような漠然としたものも目的の一つにあった。

NaviGlassesは「ナビグラス」あるいは「航行めがね」とも表記し、概念の名称とその概念を実現するハードウェア(人が装着するデバイス)の名称の意味でも使用する。よりパーソナルでパーソナライズが可能なシステムをめざし、未来型パーソナルコミュニケーター(メタパートナー、装着型パートナー)でもある。

“個人視野間通信”、“人の表情や動作から交信したい人を選択”、“自分の視野内の不特定多数の人との交信”、“ある制限された範囲、たとえば駅構内にいる人の名前リストを許容範囲内で表示し、その中の特定の人との交信”など、コミュニケーションに関わるニーズは数多くあるが、これらのことは現在のような通信手段では極めて困難であろう(電話番号やe-mailアドレスを必要とする)。いつでもどこでも即座に情報を実時間で獲得したり検索できるような環境、システムが常に見近にあることが望ましい。そこで、われわれが長年違和感をあまり感じないで使用してきた“めがね”に大規模な計算・通信ネットワークパワーを与えるため、特別なハードとソフトのシステムを埋め込むことを想定した概念とデバイスを構想した。これは上述のようなことを可能にし、情報の海を自在に航行できるこれまでの通信手段や実世界でのコミュニケーション法を革新的に拡張する。

以下に、NaviGlassesの世界で特徴的な新しい機能について述べる。

- ・反応する実世界における典型的な機能：ピックアップ機能とRAR機能

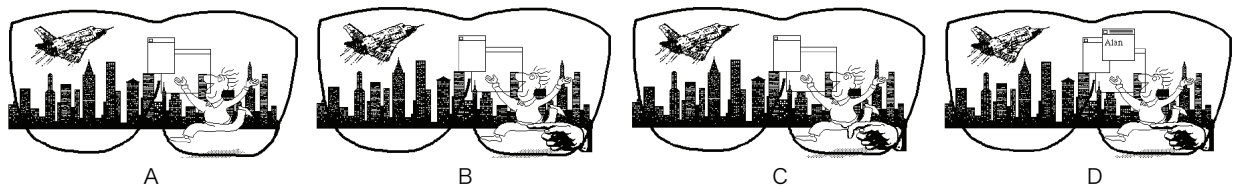


図3. NaviGlassesのピックアップ機能：その一例を時系列で示したものが上のA->B->C->Dの流れである。

- A : NaviGlassesを通して実世界の風景を見ているところ。レンズ上には2つのオーバーラッピングウィンドウが表示されている。ユーザの視野の右側から人が走ってきた状態を示す。
- B : NaviGlassesを通した視野の右下に現れたユーザの右手に注目。人差し指でAに現れた人を指示している。
- C : 人差し指を曲げた(ジェスチャー：マウスであればそのボタンを押すことに相当)。
- D : 人差し指を元に戻した(ジェスチャー：マウスであればそのボタンを離す、CとDでクリックに相当)。その瞬間、レンズ上には第3のウィンドウが現れアクティブになり、今アクセスした人の公開情報(コンテンツ)などが表示される。

すべての実世界のモノ(オブジェクト)にアクセスできることを理想とする。そのためには、実世界のモノにiROOPが添付されていることが必要である。

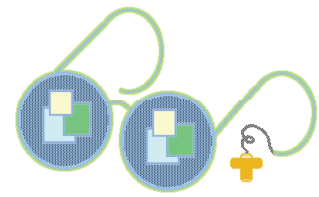


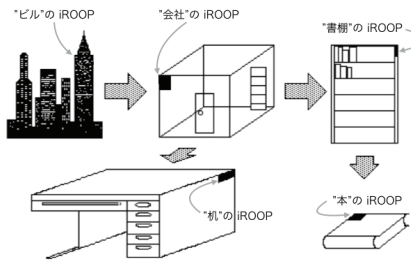
図2. NaviGlassesの外観(概念図):

一見普通のめがねに見えるが強力な計算・通信パワーをもっている。このめがねをかけることで、歩行中の人や走行中の自動車、ビルなど実世界オブジェクトやNaviGlassesレンズ上に現われた(従来のGUI風の)オブジェクトをポイントし、多様な対話を可能にする。現在のGUIではアクセス対象がコンピュータ上につくられた世界に限られているが、このめがねをかけることで、ユーザの直接的なアクセス対象を実世界のオブジェクトへ拡張している。

たとえば、ディスプレイ上のGUIでアイコン等のオブジェクトをマウスクリックして選択したり、ダブルクリックでアプリケーションを実行したりドキュメントをオープンしたり、Webページ上をマウスクリックによってハイパーリンクを辿るのと同様に、NaviGlassesレンズを通して目に映る実世界のものをGUIのオブジェクトにたとえて、視線(マウスによるポインティングに対応)と手・指によるジェスチャ(マウスクリックに対応)で種々の有用な情報を実時間で獲得・表示することを可能にする。この機能をピックアップ機能という。さらにそこでのインタラクションを可能にする。実世界のものを反応的にすることで、これまでのインタラクションを飛躍的に拡大することになるだろう。

・反応する実世界の実現法

ユーザがNaviGlassesレンズを通して見た自然界の現実のものに対してもアクセス可能とするために、実世界の(すべて



のモノにデータの送受信を可能とするタグ(実世界オブジェクト間コミュニケーションのための開放型プロセッサ)が添付されていることを前提とする。この社会基盤を整備するのに、製品などの生産工場アセンブリラインの最終工程でこのタグ、iROOPを添付するような作業が追加されることを想定している。iROOPにはその製品のデザインコンセプトや設計図面など必要な情報がすべて内蔵され、NaviGlassesや他のiROOPからのアクセス要求で3-dCGが必要なときにその設計図面を基に実時間で合成し送信する。ディスプレイに3-dCGを構成するための情報・データのやりとりのためのアーキテクチャのデザインなどそのためのガイドラインが必要となる。

図4. RARのためのiROOPの存在

このようなタグを以前は「NaviProcessor(航行プロセッサ)」、「TROOP (Tele Real Object Open Processorの略)」という名前前で表記していたが、今風のネーミング「iROOP」に変更した^[30]。

iROOPは外見がバーコードのシールのようにコンパクト化されたり、目にはほとんど見えない存在となって実世界のモノに埋め込まれることを理想とする。添付される実世界のものに関するその構造・外観を表示するためのデジタル化された設計図面、さらにそのものの知識、データ、その他の有用な情報を持ち、さらに現在の位置と時間、すなわち時空情報をもつ。

iROOPは従来のプロセッサに無線通信・時空管理概念が追加され、大容量記憶領域をもつ新しいプロセッサで概念上のものであり、NaviGlassesあるいはiROOPとの無線通信機能、自己位置管理機能、時間管理機能などの概念を統合したようなものである(カメラ機能を持つものもある)。これは今の「ビーコン」のようなものをより進化させたもの

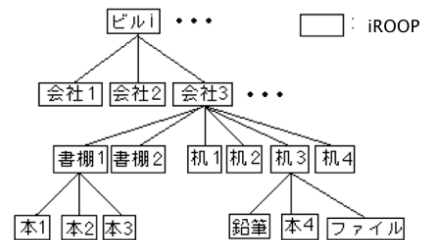


図5. ビル内のiROOPの階層構造の例

と言えるかもしれない。

このようなインフラの元で、それら大規模数のiROOPとNaviGlassesの協調コミュニケーションにより、矛盾なく視聴覚情報を構成しユーザに提供する。さらに種々のマルチメディア情報を提示したり、ユーザに対し様々な実世界のものから人工現実感の世界へ視聴覚的に移行させることを可能にし、そこでの自然なインタラクションを実現する。このことをRAR概念と呼んでいる^[14]。

RAR概念は「R to AR (実世界のモノから人工現実の世界へ)」というような意味で、実世界のモノなどをジェスチャー(ポイント・クリックなど)することでアクセスし、人工現実の世界への視聴覚的移行を意味する。人工現実の世界とは反応型のCGだったり、Webページのハイパーリンクで辿ったような他のWeb ページだったりする。これらの機

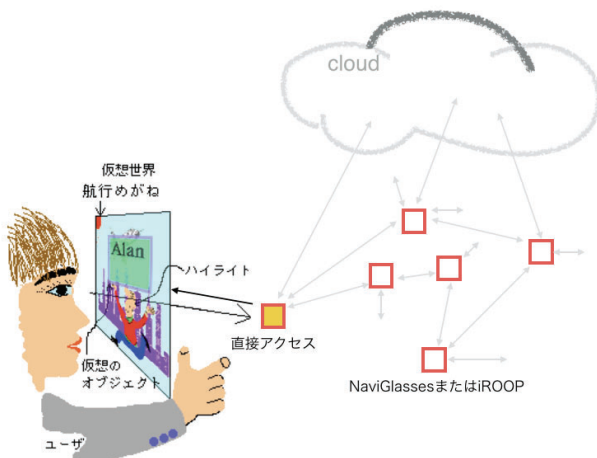


図6. NaviGlassesとiROOPのインタラクション

能は実世界における人間の日常活動・行動空間を飛躍的に拡大し、人間の生涯における様々な活動形態を著しく変化させることになるだろう。また、「実世界のすべてのものにデータの送受信可能なタグを添付する」という考え方は今IoTと言われている分野のさきがけ的なものかもしれない。

実世界のモノに添付された大規模数の iROOP による協調コミュニケーションにより、ユーザーのニーズに合う任意の視点による遠隔地の映像を合成し、それをユーザーのNaviGlassesレンズ上に矛盾なく表示するための計算が膨大になる可能性がある。

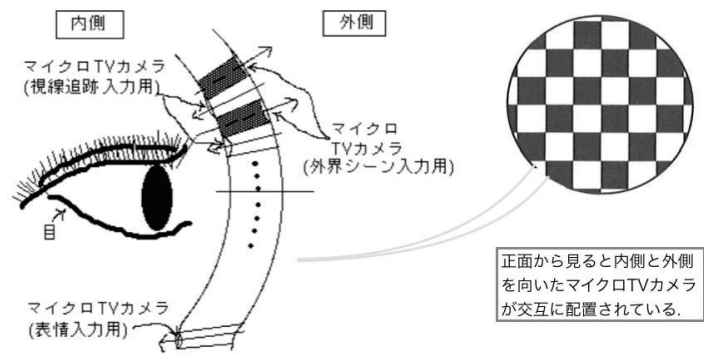


図7. NaviGlassesレンズの(拡大構造)断面図

・実世界ハイパーリンク:RWHL(Real World Hyper Link) 実世界オブジェクトを自由自在にアクセスすることを可能にする世界を構築することは、現在のインターネット技術におけるWebページのハイパーリンクの構造を実世界シーンに適用したようなものである。実世界シーンをWebページとみなし、実世界のものにiROOPを通してハイパーリンクが組み込まれていて、アクセス要求があると対応するiROOPに格納されているWebページが表示される。

・個人の視野間通信：自分が現在見ている視野画像(シーン、音データを含む)を第三者のNaviGlassesに送信しレンズ上に表示すること。すなわち一個人の視野の画像を可能な限り正確に獲得し、それを送信することで複数人で共有できるようにする。もちろんこの画像は反応型のシーンである。ユーザーが常にカメラを構えている状況を作り出している。

・ネットワーク記憶システム：ネットワーク上のメモリの貸し借り

メモリの使い方に関しても、大容量になったとはいえ、無駄に浪費・消費することがないように工夫して利用しなければならぬ。個々の NaviGlasses がメモリ不足に陥ったとき、ネットワーク内での自由な使用を許可している記憶装置を探し出し、そこを一時的に借り、分散格納を可能にする。つまり、無線/有線ネットワーク上での記憶領域の一時的な貸し借りを実行するシステムで、この概念を「ネットワーク記憶システム」と呼んでいる[27など]。

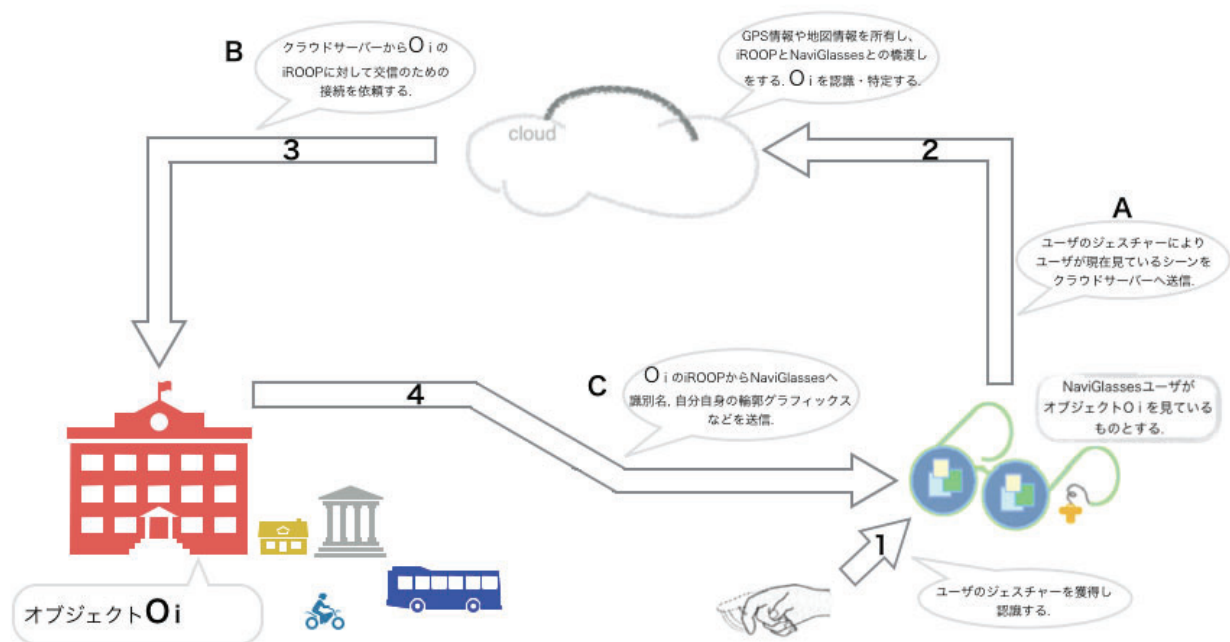


図8-1. 実世界オブジェクトの識別過程

・実世界からの実時間情報獲得：NaviGlassesは実世界の生きたオブジェクトに直接アクセスするためレンズ部の機構により、また環境・状況認識、シーン解析によりそのユーザがどの位置を見ているかを常に正確に把握している。また、大規模な画像処理を実現するため、クラウドやインターネットを利用する。

・指示した実世界オブジェクトの識別過程：NaviGlassesに組み込まれた視線追跡機構とNaviGlassesユーザの指先のジェスチャー認識結果だけから、指定した実世界オブジェクトが何であるかを特定・識別するのは正確さの点で難しいため、NaviGlassesの視線追跡機構、ジェスチャー認識、iROOP群との協調コミュニケーションによる指定オブジェクトの特定方法を概念的に述べる^[13-16]。

NaviGlassesの視線追跡機構は、ユーザの視点が現在どこにあるかを絶え間なく正確に追跡している。もし交信したい実世界オブジェクトがユーザの視野内にあるとき、そのオブジェクトにユーザ視点を合わせ、何らかのジェスチャー(ユーザの手や指の動作)によりアクセス要求を出す。そしてそれを認識することで、指示された実世界オブジェクトが何であるかを識別する。それからNaviGlassesと識別された実世界オブジェクトのiROOPが交信のために接続される。

図8-1と図8-2に実世界オブジェクトの識別過程の概略を示す。NaviGlassesユーザは、他のNaviGlassesユーザやiROOPを保持するビルや車などの実世界オブジェクトにアクセス可能であり、それらは識別過程の対象となる。

矢印1,2は、NaviGlassesユーザが現在見ているシーン”現在シーン”の中に存在する実世界オブジェクトO_iを見て、何らかのジェスチャーをしたため、その現在シーンをクラウドサーバーに送信している状況を示す。

次に矢印3では、クラウドが所有する地図などによりO_iを認識し、O_iのiROOPに対し要求元のNaviGlassesから交信要求があることを伝達する。矢印4は、O_iのiROOPが要求元のNaviGlassesにO_iのiROOPの識別名や自分自身の輪郭グラフィックスなどを送信する。それを受けた要求元のNaviGlassesはその輪郭グラフィックスをレンズ上にハイライトする。このハイライトにより、ユーザが意図した実世界オブジェクトであったか否かを判別する。意図したもの(OK)であれば、ユーザはジェスチャーでNaviGlassesに報告(矢印5)、矢印6により実世界オブジェクトO_iが特定され識別過程が終了する。もしそうでない(NO)なら、O_iでないことをクラウドに通知し、矢印6', 7', 4のループが実行される。勿論このループを中断させることもできる。

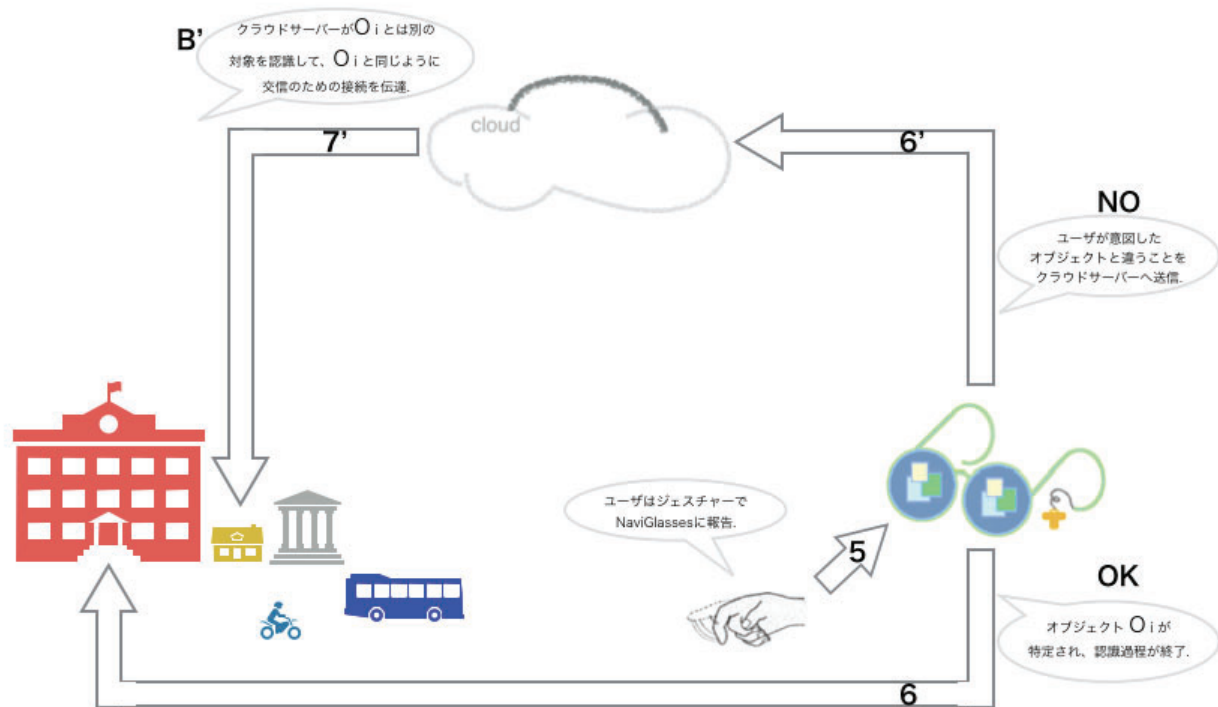


図8-2. 実世界オブジェクトの識別過程

・NaviGlassesのハードウェア構造

NaviGlassesの理想的な外観はごく普通のめがね、あるいはコンタクトレンズのようなものとほぼ同一である。フレームは多くのプロセッサやメモリなどの超LSI、アンテナなどで構成されている。ユーザに音声による情報提示のためのイヤホンが付加され、音声入力のためのマイクは NaviGlasses フレーム内に組み込まれている。コンタクトレンズの場合はフレームを持たないので、コンタクトレンズに一体化して埋め込むか外在化させる。

NaviGlasses レンズは、ユーザの視線をポインティングに利用したり、視野の獲得・送信に利用したりする特別な構造をしている(図7参照)。それは、ユーザの視線追跡のための入力機能とユーザが見ているシーン画像の入力機能、さらにディスプレイ装置としての出力機能を融合させた複雑な構造をもつ。概念的には内外に向けられた超小型のTVカメラ(MicroTVカメラ)が交互に大規模数ちりばめられているが、それでいてレンズ全体としてはシースルーであり、ディスプレイ装置でもある。この構造は、NaviGlassesがそのユーザと同一のビューを獲得するために視線上にシーン画像入力のための外向きのTVカメラを設置する必要性、さらにユーザの視線を正確に追跡するためのセンサー的機能とユーザの表情を入力する機能をもつ内側向きのTVカメラの必要性から定められた。

NaviGlassesユーザの視線が絶えず移動している中で、内側方向のMicroTVカメラが機能し、その視線にある一つのMicroTVカメラだけがアクティブになる。さらに、それに一番近い外側方向のMicroTVカメラが連携してアクティブになり、ユーザが目にするシーン画像を獲得・記録する。

現在においても、この NaviGlasses レンズの実現は容易ではない(と思う)。今やスマホがあり、たくさんのセンサーを内蔵している。さらにそれに関連するソフトウェアライブラリも充実してきたので、これらを用いて一部機能の実現のインフラが整ってきたように思う。

・知的なピクセル(IntelliPixel)：NaviGlassesの世界で

は、(原則的に)見聞きしたデータをすべて残す。視聴覚データ以外に、他のNaviGlasses/iROOPのIPアドレスやURLなども実時間で獲得し保存する必要がある。そのために、それらのデータをどのような形式で記録・保存しておけばいいか。再生時にもインタラクティブな画像(コマ)・動画を実現するため図xに示すようなデータ形式としたが、実際にはIPアドレス/URLデータの獲得失敗もあり得る。どのように獲得するかも今後の大きな課題である。

・NaviGlasses からキューブへ

NaviGlasses ユーザが一生を終えると、必要のないレンズなどは取り除き、NaviGlasses の形をキューブ状に変換する。それを「NaviGlasses キューブ」と呼んでいる。これは未来のお墓とも言える情報遺産で、めがねの形をとる必要がなく、あえて立方体としているが形はコンパクトなモノであればなんでも良い。NaviGlasses キューブ内に遺された故人の一生の蓄積・洗練されたデータへの第三者からのアクセス、インタラクティブなデジタル版のお墓とも言える。NaviGlasses が獲得した膨大なデータのほとんどは第三者には意味のないデータかもしれないが、故人であるそのユーザ自身にとっては意味のあるもの、またその家族にとっては意味のあるもの、友人あるいはビジネスパートナーにとっては意味のあるもの、あるいは世界の誰かにとっては意味のあるものなど、様々な視点、立場によって重要なデータが埋もれていたりする。それらのデータをコピーしたり編集して自分の NaviGlasses に取り込むことを可能とする。たくさんのNaviGlasses キューブから、一部の体験や経験データから自分の NaviGlasses を通じて学んだりすることを可能とする[16.27など]。

NaviGlassesがデータ・情報の獲得が行われるたびに自動的に内部データのリンクの更新がなされるような、不完全ながらもインタラクティブ可能な仮想的な自分が形成されるようなアーキテクチャのデザインも大きな課題である。

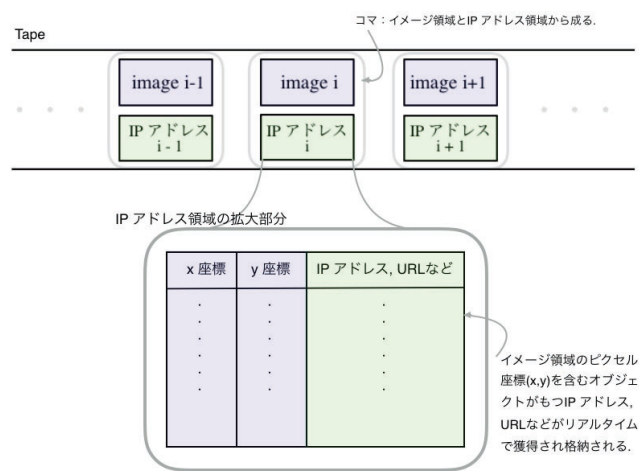


図9. 新しいムービー形式の概念図

3. 影響を受けた主な概念・研究

計算・通信ネットワークパワーがどこまでこの世界に寄与できるか。そのパワーをすべての人に自然な形で提供するには、人間にとってより身近な(intimate)存在である必要がある。NaviGlasses概念の創出に影響を受けた主な概念・研究を以下に示す(年代順)。

- ・ memex , 胡桃大のカメラ, " As We May Think " (Vannevar Bush,1945)
- ・ Sketchpad , " The Ultimate Display " , HMD (VR:Virtual Realityの最初) (Ivan E. Sutherland,1963,1965,1968) [2]
- ・ Dynabook, Smalltalk (GUI, OOP)(Alan Kay, 1972,1975)
- ・ Magic Glasses (Hans Moravec, 1988)

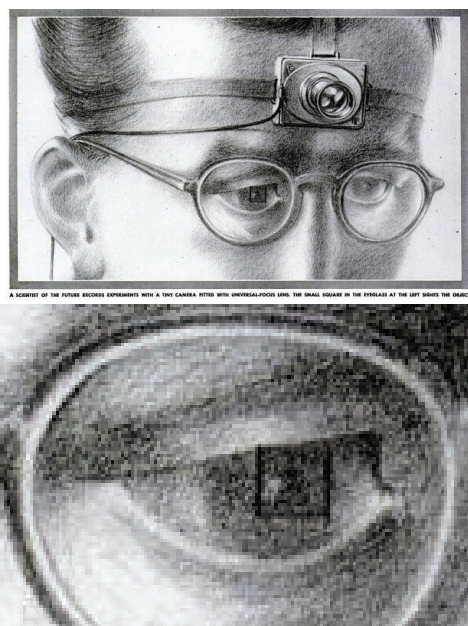


図10. V. Bushの「胡桃大のカメラ」(上)と眼鏡レンズに書かれた四角形(下) [1].

(・・・未来のカメラは胡桃の実より少し大きい程度になり、人間の額に取り付けられるようになる。・・・このカメラを操作する人は、素通しの眼鏡をかけ、そのレンズの片方には通常の視野からははずれる位置に細い四角形がある。被写体がこの四角形の中に入ったら、カメラの視野に入ったことになる。・・・)

中でも特に大きな影響を受けたのはDynabookの概念である。「応答の速い、本くらいの大きさのパーソナルコンピュータを独自に構想した。ダイナミックな性質からDynabookと名付けられたそのコンピュータは、解像度の高いカラーディスプレイをもち、無線で世界的なコンピュータネットワークとつながっていて、単なるコンピュータとしての存在を越え、秘書であり、郵便受けであり、図書館であり、ゲームセンターであり、電話である。」(Dynabook概念, Alan Kay (Xerox PARC, 1972)) [3,4]

暫定版の Dynabook 上で動作していたソフトウェアシステムSmalltalk[5]は初のオブジェクト指向の考え方を取り入れたプログラミング環境で、現在もSqueakという名前で、旧来のSmalltalkにグラフィックスオブジェクトMorph概念が加わり、子供たちにもたくさん使われている。

このDynabook概念をもう一步進めたものが次のMagic Glassesの概念になると思う。

ハンス・モラベックはDynabookのもつ携帯性を維持したまま、ユーザの知覚とのかかわりを拡大し、人間と行動を共にし、豊富な記憶能力と計算能力、そして拡張されたコミュニケーション領域を与えるコンピュータという観点からMagic Glassesの概念を発想した[9]。Magic Glassesのレンズは、NaviGlassesの入出力デバイスとしての特殊なレンズ構造とは異なり、出力(表示)のみの機能をもつ。また、できるだけ目の位置の近くにおかれた三つの外部TVカメラをもつ。世界規模のコンピュータネットワークや電子図書館など、また第三者の Magic Glassesとも高速にデータのやりとりができる。

NaviGlasses は Magic Glasses とは独立に発想したものであるが類似点もある。iROOPをベースにした現実のオブジェクトの反応性、現実世界と仮想世界の融合・共生の概念が NaviGlasses のもっともユニークな点である。

筆者は1970年に人工知能をもつ自動車の実現へ向けた概念のようなものを描いた[8]。当時、個々の「車」だけではなく、コンピュータネットワークの概念を含む情報やデータの視点で見たときのそれを取り囲むシステム・環境・生態系がどうあるべきかなどについて興味をもっていた。ここで描いた人工知能自動車は、中央センターのコンピュータとの無線による送受信でいろいろな情報をやり取りしながら3つの走行モード(完全自動/半自動/手動)のいずれかで走行する。その意味で、近年車が情報通信端末を介して外部と常時接続するコネクテッドカー、あるいは車のスマホ化などと言われているものとよく似ている。当時はWebが発明される20年ほど前であり、論文の中で「中央センターのコンピュータ」と表現していたものは今のクラウドサービス/クラウドコンピューティング、クラウドサーバー(データセンター)のようなものである。また、「道路には交差点と交差点の区間ごとに”ある一定時間内”に通過する車両数を数える

カウンタをもうけ、このカウンタから中央センターのコンピュータに電波(無線)で情報を送る。」という記述は iROOP や IoT の概念、さらに GPS やビーコンなどの概念に近いものが含まれている。そのような意味で、NaviGlasses概念の発想はこのネットワーク人工知能自動車の概念の延長線上にあるようにも思う。

4. その後の進展

以下のリストは、NaviGlasses概念以後に出現した関連分野における主なエポックメイキングである。

- Mirror Worlds (David Gelernter, 1991)
- Ubiquitous Computing (Mark Weiser , 1991)
- Virtualized Reality (金出武雄, 1992)
- Augmented Reality(AR) (Tom Caudell (Boeing), 1992)
- NaviCam (暦本純一, 1994)
- Mixed Reality(MR) (Paul Milgram, Fumio Kishino, 1994)
- iPod (Apple , 2001)
- Cyber-Physical Systems(CPS) (NSF, 2006)
- iPhone, iPad (Apple , 2007, 2010)
- セカイカメラ (頓智ドット(株), 2008)
- Google Glass (Google, 2012)
- Pokémon GO (Niantic & (株)ポケモン, 2016)
- iBeacon, ARKit (Apple, 2013, 2017)
- Google レンズ (Google, 2017)

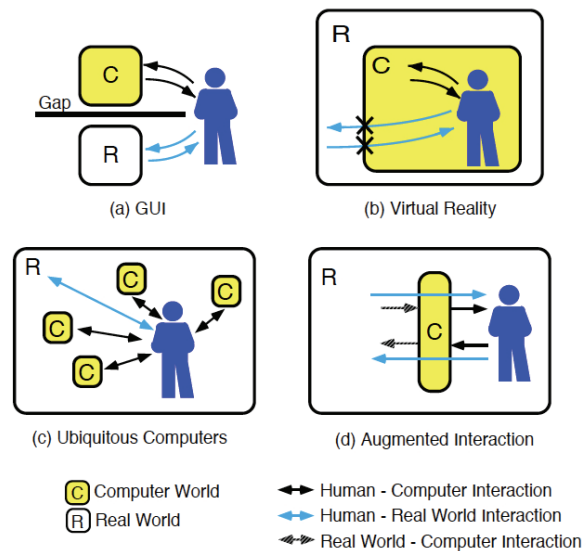


図11. HCIスタイルの比較 [19]

Virtualized Reality は「仮想化された現実」というもので、VR (Virtual Reality)とは異なる。この概念は「多数カメラシステム」として捉えられている[29]。「デジタル化された現実」という意味で、まさに NaviGlasses 概念の「実世界のデジタル化」に関係している[16など]。

NaviCamは、NaviGlasses概念の一部を当時利用できた技術を用いて具現化した基礎研究・実験で、NaviGlasses概念におけるiROOPの代わりにカラーコードを利用してピックアップ機能のようなものを実現した[19,20,23,24]。

これまでのARやIoT分野などの研究開発は多額の費用をかけないと実現できないようなものばかりだったが、これらの状況は劇的に変わりつつある。特別なハード的インフラを要しなければ、個人でもソフトウェアだけで実現できる可能性がでてきた。例えば、世界的に普及したiPhoneなどはインフラといってもいいと思うが、これを利用して広範囲に影響を与えるような開発が個人ベースで実施することができるようになってきた。AppleがWWDC2017で発表したARKitはその可能性を飛躍的に推進するものと思われる。現在、市場に多く出回るようになった安価なビーコンや iBeacon, ARKit などを利用して、これらに関連する機能やアプリを容易に開発できる可能性が高まってきていることは、今後市場に大きな影響をもたらすだろう[30]。

AR / IoT	これまで	これから
開発コスト	高	低
普及範囲	ローカル	グローバル

図12. AR / IoTにおけるコスト

5. uPの創出に向けて

以前、人は”情報の海(現実世界に分散存在している情報を含めた知識・知性の空間)を航行する”ことが大事との観点から”航行パートナー”とか”メタパートナー”の概念を提案した[27]。そのとき、個人情報の取り扱いや、セキュリティの問題などが議論になったが、これらは現在においても大問題として残っている。これらと重複することも多いが uP では統合しなければならない問題がさらに増えた。その主な項目を以下に示す。

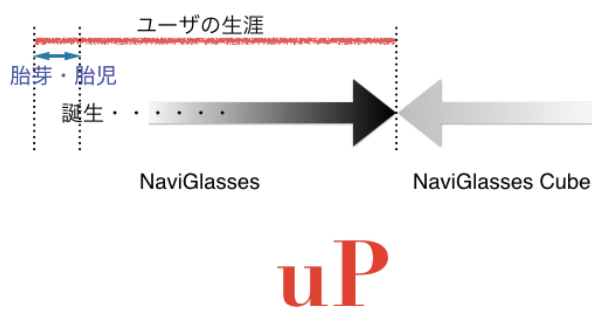


図13. 生涯つきあうuP

・検索エンジンに関する課題：人類がこれまで蓄積した知識は膨大なものだが、現状では必要な情報・知識にピンポイントでたどり着くことは至難のわざである。検索するユーザー個人がどのような人なのか、その背景、その時点でどのような状況でその情報を検索しているのか、というような個人特有の情報を検索時に与えていない、あるいは与えられないのでこれによる検索エンジン側の絞り込みがなされないという点を解決することがこれからの課題のひとつになるだろう。ユーザーにとってより重要度の高いもの最適なものが提示できるようになればと思うが、たまたまぐれ当たりのようなことを期待しているのが現状だろう。「必

要なものが必要なときにタイミングよく探し出して提示してくれたら」というような未解決大問題が存在する。この問題にどのようにアプローチしていくか大きな課題である。

・生涯にわたるサポートの拡張：人の誕生、胎芽・胎児のときを含めて個人の生涯にわたるサポートをするため、現在ある知識を総動員し「正常に成長する」方向に、これらの情報・知識を提示したりアドバイスしたりできるようにする(親への育児サポート機能)。

・ユーザー依存の処理：今あるiPhone などスマホはパートナーのように見えるかもしれないが、そのユーザーのことはほとんど何も知らないし、処理はユーザー個人に依存しない。理解までいかなくても、せめてユーザーのことをよく知り、それに応じた処理を行うべきだと思う。uPはユーザーから見て自然な反応を返すことを目標としている。「自然な反応」というのも、ユーザー個人に依存した処理を想定した奥深い処理が隠されている。そのような特有な処理をして、はじめてパートナーといえる。

・人工物(家電や移動体(ロボット、自律走行車など)のハードウェア)に添付されたiROOPを通してコントロール可能とする。

・インタラクションの流れを継続的に保存しておき、必要に応じてそれをうまく利用する。

人とuPのやりとりが違和感なく円滑に行えることが重要。このやりとりの連鎖で仕事になされていく。目標が達成されるまで続く。この辿(たど)った経路、途中の判断、意思決定がなされた数は膨大な数に上る。

・獲得データ編集空間：uPでの個人の生涯獲得データの量はどの程度のオーダーになるか。NaviGlassesの場合と本質的に同じであり、「一個人が100年生きるものとし、その3分の2を活動時間、個人の生涯で活動時間帯の視覚データを連続的にすべてキャプチャするとしたときの目安として、約4.4x10¹⁰TB」という単純な試算例がある。さらにこれらを編集したりコピーをとったりということになると必要なデータ容量(当時は「編集空間」と仮に名づけた)はその何倍かの容量が必要となる^{[7]など}。この数字が大きいか小さいかはその時代感覚による。

6. おわりに

NaviGlasses概念の夢から30年経ったが、この間Webの発明、Appleによる電話の再定義によるスマートフォンの発明、いずれもそのユーザー数の爆発的増大が大きく社会を変えてきた。

Webとスマホというインフラの下でユーザーにすばらしい使い勝手や利便性を提供するアプリが続々と出現することになった。しかもそのアプリは専門家に限らず、ごく普通の一般の方々によって開発されているケースが多い。アプリを開発するためのソフトウェアライブラリも充実してきた。

このような状況下でも、NaviGlasses概念はソフトとハードの両面で容易には実現しそうにないが、別の形のシンプルで部分的なものに限れば、実現可能なものもあるように思う。しかもほとんどコストをかけないで。その意味で近年のAppleのiBeaconやARKitを使ったアプリの飛躍的な増大が期待できる。

われわれ人間がもっと楽しめて幸せな密度の濃い生涯を実現したり、生涯を通じて得た知識・知見・経験などの有用なものを遺して第三者に有効利用してもらうなどするためのコンピューティングを創出することがもともとの夢のひとつであり、今後も uP をより深く掘り下げていけたらと思う。

参 考 文 献

- [1] Vannevar Bush : As We May Think ,The Atlantic Monthly,pp.101-108(July 1945).
http://worrydream.com/refs/Bush%20-%20As%20We%20May%20Think%20(Life%20Magazine%209-10-1945).pdf
- [2] Ivan E. Sutherland : The Ultimate Display, in *Proceedings of IFIP Congress 2*: pp.506-508, 1965.
- [3] Alan C. Kay : A Personal Computer For Children Of All Ages, the Proceedings of the ACM National Conference, Boston Aug. 1972.
- [4] Alan C. Kay,Adele Goldberg : Personal Dynamic Media,IEEE Computer(March 1977).
- [5] Alan C. Kay :The Early History of Smalltalk, in *ACM History of programming languages II*, (Addison-Wesley), 1996.
- [6] Doug Engelbart :The Augmented Knowledge Workshop,A History of Personal Workstations(Edited by Adele Goldberg), ACM Press, Addison-Wesley(1988).
(邦訳:ダグ・エンゲルバート(村井純監訳,浜田俊夫訳):知識増大ワークショップ,ワークステーション原典,アスキー出版局,1990) .
- [7] John McCarthy:Computer Controlled Cars, Computer Science Department, Stanford University (1996).
<This article is originally from approximately 1968,but was probably revised in the 1970s.> - Abstract から.
- [8]大座畑重光:未来の人工知能自動車と交通流システムの一考察,第3回オート・スカラシップ 研究論文部門入選論文,サンケイ新聞社主催・日野自動車協賛・全日本学生自動車連盟協力(1971.3).
- [9] Hans Moravec : MIND CHILDREN The Future of Robot and Human Intelligence, Harvard University Press,1988.
(邦訳:H.モラベック(野崎昭弘訳):電脳生物たち,岩波書店,1991) .
- [10]大座畑重光:これからのコミュニケーションメディアを考える(1),情報を航行するメディア『航行めがね』の夢 現実のもの(オブジェクト)をクリックしたい---, *TURING MACHINE*, Vol.2, No.3, pp.38-39, スペック (1989.6).
- [11]大座畑重光:これからのコミュニケーションメディアを考える(2),『航行めがね』プロジェクト 航行めがねとのインタフェース, *TURING MACHINE*, Vol.2, No.4, pp.56-58, スペック(1989.8).
- [12]大座畑重光:航行めがねプロジェクト,人工知能学会ヒューマンインタフェースと認知モデル研究会, SIG-HICG-9001-5, pp.41-50 (1990.6).
- [13]大座畑重光:航行めがねの社会,『ソフトウェア科学・工学における数理的方法』(SSE)研究集会(9/27-28)(1990.9).
- [14]大座畑重光:航行めがねにおけるRAR概念:人工現実感と現実の世界の融合,第6回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム (1990.10.24- 26)論文集,pp.9- 14,計測自動制御学会(1990.10).
- [15]大座畑重光:航行めがね:新しいコミュニケーションメディア,日本ソフトウェア科学会第7回大会論文集,C2- 3,pp.77- 80(1990.10).
- [16]大座畑重光:航行めがね:RARのための究極のデジタル化をめざして,人工知能学会FAI,HICG,KBS合同研究会,SIG-F/H/K-9001-7(12/6),pp.57- 66 (1990.12).
- [17]大座畑重光:航行めがねワールド:反応する現実のビュー,第33回プログラミング・シンポジウム報告集,pp.25-36,情報処理学会 (1992.1).
- [18]ビジュアルインタフェースに関する調査研究ワーキンググループ:ビジュアルインタフェースの研究開発報告書(05-R003), (財)日本情報処理開発協会,平成6年3月(1994.3).
- [19]Jun Rekimoto:The World through the Computer:A new human-computer interaction style based on wearable computers,Technical Report SCSL-TR-94-013, Sony Computer Science Laboratory Inc.,April 1994.
- [20]暦本純一:Augmented Interaction:状況認識に基づく新しいインタラクションスタイルの提案,インタラクティブシステムとソフトウェアII 日本ソフトウェア科学会WISS'94, pp.9-17, 近代科学社(1994.12).
- [21]大座畑重光:NaviGlasses概念(in「21世紀のインタラクション」),bit,Vol.27, No.3, pp.74-76,共立出版(1995.3).
- [22]大座畑重光:Macker's View(4):航行めがねワールドの描画-IV ---航行めがねとTROOP群による実世界からの情報獲得のメカニズム,Macintosh DEVELOPER'S JOURNAL, No.16(Nov/Dec 1995), pp.41-45,技術評論社(1995.11).
- [23]Jun Rekimoto and Katashi Nagao : The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments, Technical Report SCSL-TR-95-027, Sony Computer Science Laboratory Inc.,1995. also in *Proceedings of UIST'95, ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '95)*, pp.29-36, November 1995.1011
- [24]暦本純一,長尾確:ポストGUI:今後の展望,平川正人・安村通晃編「ビジュアルインタフェース-ポストGUIを目指して-」(bit別冊), pp.177-198,共立出版(1996.2).
- [25]暦本純一:チュートリアル・実世界指向インタフェースの研究動向,コンピュータソフトウェア,Vol.13,No.3, pp.4-18,日本ソフトウェア科学会編集,岩波書店(1996.5).
- [26]ハンス・モラベック(夏目大訳):シェーキの子どもたち 人間の知性を超えるロボットの誕生はあるのか---, 翔泳社(2001.10).
(Hans Moravec : Robot : mere machine to transcendent mind, Oxford University Press, 1999.)
- [27]大座畑重光:実世界情報航行:航行パートナーの創出に向けて,夏のプログラミング・シンポジウム「21世紀の夢」報告集,pp.53-62, 情報処理学会(1999.8).<2000年1月11日発行>
- [28]萩谷昌巳:23の計算機科学の問題,夏のプログラミング・シンポジウム「21世紀の夢」報告集,pp.111-116,情報処理学会(1999.8).
- [29]金出武雄:独創はひらめかない,日本経済新聞出版社, 2012.
- [30]大座畑重光: NaviGlasses 概念の再考, 第16回情報科学技術フォーラム「FIT2017」講演論文集 CJ-004, pp.127-130, 情報処理学会・電子情報通信学会(2017.9).

Q & A (敬称略)

Q1. 河野雄也：HoloLensやMagic Leap、Rasbery Piのようなボードで物体認識をしたり、NaviGlasses的なものを作る要素技術はかなり蓄積されてきたと思う。私は明日にでも作れるのではないかと考えており、あのようなキラアアプリケーションが出たら買おうと思っているが、そのへんどう考えているか？

Res. ->要素技術は確かに揃ってきたように思うが、まだ初期的な段階だと認識している。また、見た目が似ているというものが今後もたくさん出てくるのではないと思うが、現実にはどの程度の実世界オブジェクトにアクセスできて人の行動のいろいろな場面で役立つ面白い世界が構築できるかということになると、送受信可能なビーコンなど、ビーコンのようなモノ(iROOP)がより進化を遂げていかなないと、また、シールのような感覚で軽く小さく安価な存在として気軽に実世界オブジェクトに貼って利用できるような状況にならないと難しいと思う。そしてその実現のためには今までのようなOSより、Smalltalkのようなすべてメッセージのやりとりによる計算モデルの方が実現しやすいのではないかと考えているがどうでしょうか？(全く新しい計算の方法論が必要かもしれませんが)暫定的なものでもいいので、とりあえず役立つコンパクトなものができたらいいと思う。

Q2. 岸本誠：OSは関係ないような気もしますが、何かを作ると実質的にどんと変わることはないと思いますが、ただアプローチはたぶんたくさんあるので、ビジュアルコンピューティングとみるかGUIの拡張とみるかARとみるか、学問的にやろうとするとどういった分類をしなければいけないといったことが必要でしょう。モノを作ってもひとつだけなので、どんな感じですか。

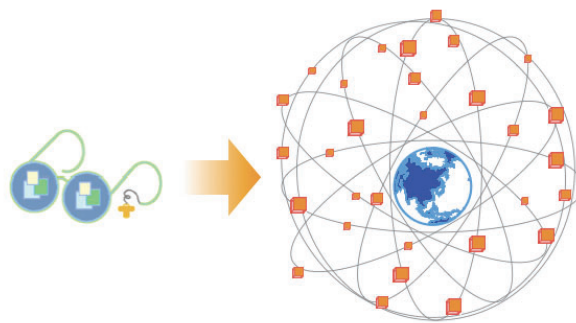
Res. -> デザインの段階でOSも言語も大きく関係すると思うが本当のところはどうか？発想などがそれらに束縛される？このようなシステムができるだけ違和感なくスムーズに作りやすいかどうかということがすごく重要ではないか、それが工数や人件費等にも影響してくるので。だから構想の段階が最も大事で、アーキテクチャなどその基盤をしっかりとさせておかねばならないと思う。

個人的には、「分類」は学問以外においても大事なことのように思う。分類の過程でまた何か新たな発見があるかもしれないし、何よりも明確に分類できればスッキリするのではないかと考える。

最後の質問のところはちょっとわからなかったのですが、「カスタムメイドでモノをひとつだけ作った場合、そのためにiROOPの作成がたいへんという意味なのかどうか？もしそうであれば、そのモノを作る過程で残されたデジタルデータ一式をiROOPに書き込むという感じでしょうか。

Q3. 萩谷昌己(会期中の質問)：NaviGlasses Cube は宇宙へ行くことはないか。

Res. -> NaviGlasses Cubeの存在場所に関するのですが、Cubeやクラウドサーバーの宇宙での稼働ということですね。「サーバー衛星」という用語があるかどうかわかりませんが、衛星として打ち上げ費用やメンテナンスもたいへんだらうと思うが、可能性が全くないとも言い切れません。なんらかの理由で、地上に設置できない事情が生じた場合やサーバー衛星あるいはNaviGlasses Cube衛星のメリットがデメリットより大きい場合など、人類の発展になくてはならない存在価値があれば、クラウドを超えて宇宙へサーバー衛星として永く回り続けるかもしれない。その中にたくさんのNaviGlasses Cube(あるいはそのコピー)が存在しているイメージ。現在のクラウドサーバーの人工衛星バージョンのようなイメージで、すごく興味深いものがあると思う。



図X. サーバー衛星/ NaviGlasses Cube 衛星のイメージ
知の遺産としてのキューブ衛星