

VisuMotion: コミュニケーションのための情報の内容の構造化方式の一考察

宮地 泰造
東北大学/三菱電機(株)

白鳥 則郎
東北大学

情報伝達のためのメディアの発達により、高い情報表現が可能になる一方で、その操作は複雑になっている。高い情報表現に、情報の価値を明示的に示す説明を容易に追加できることにより、個別の情報だけでなく、複数のメディアで表現された関連する情報の塊や流れにおける重要な内容を構造化でき、的確なコミュニケーションによる質の高い作業を支援できる。本稿では、思考の中断を避けて、入力ミスを削減するとともに、説明をしながらの情報の価値の直接記述やマルチメディア情報の価値の構造化のために、ジェスチャとアイコンによる方式を提案して、その特長と実現のための基本的枠組を検討する。

VisuMotion: An communication methodology for structuring points of information

Taizo MIYACHI
Tohoku University/Mitsubishi Electric Co.

Norio SHIRATORI
Research Institute of Electrical Communication,
Tohoku University

Multi-media supplies us with high level presentation of information. On the other hand, their operation is becoming complicated. Explicit explanations over the high level presentation allows specialists of a field not only to structuring highly valued points in the representation but to improve quality of their jobs with exchanging the structured information. In this paper, a basic frame work of real-time structuring points of information using both gestures and icons and its potential functions are discussed. This framework is also useful for avoiding both interruption of thinking and mis-operations.

1. はじめに

近年、情報を伝えるメディアは、テキスト、グラフィックス、アニメ(人工的世界)、オーディオ、イメージ、ビデオ(実世界)の複数のメディア[6]に広がり、高い表現力が可能になってきた。この明解でリアルな表現力を活用して、的確なコミュニケーションによる人間の作業の質を高めることが考えられる。

その一方で、表現力の高いメディアは操作が複雑で難しく、情報の作成には、多くの時間や知識/操作が必要である。詳細な情報内容の理解にも、複雑な操作、基礎知識、ときには多くの時間が必要になる。

身近な例では、繰り返しのメニューの細かい操作やスクロールバーの操作でも、神経の集中、操作概念の頻繁な切替え、手先の微妙な動きを必要としている。これは、思考を中断させる[4]ことになり、質の高い考察/設計や説明の作成/関連づけを阻害してい

る。また、屋外の、手元が不安定な場所での携帯装置類の使用や、暗さや光の向きの都合で画面が見えにくい場所では、操作ミスを起こす可能性も大きくなる。Normanは、ユーザがミスを侵し難くすることの重要性を指摘して、検討を加えている[9]。

そこで、各種メディアの高い表現能力を活かし、さらに、容易に的確なコミュニケーションが行えることにより、質の高い作業を支援することを検討する。

物事が本当によく分かっている人の短い説明で、すべてが分かることはよくあることである。この種のコミュニケーションは、信頼関係を作る点からも非常に重要である。本のページをめくるような単純な操作で、この種の情報を受け取れたり、簡単に各種メディア上に分り易く表現できることが重要である。

本稿では、目的を持った専門家集団が、組織の質の高さを維持し発展させることを支援するために、人間

が容易にリアルタイムで情報の価値や構造を説明/表現でき、それを周囲の人が容易に理解でき、関係者が情報の内容を確認/修正できるジェスチャーとアイコンを併用する方式を提案して、そのコミュニケーションの可能性を追求する。この方式では、説明を表現する過程で、情報の価値を構造化して、その情報がどんな元情報/環境からどのように抽出できたかを直接表現するとともに、情報や元情報の容易なレビューも可能にする基本的な枠組を議論する。情報の価値に基づく情報の検索の可能性についても議論する。

最初に、第2章で、説明に必要な要素とジェスチャーの特長およびジェスチャー&アイコン方式の可能性を検討し、第3章では、説明における情報交換の基本的枠組、第4章では、情報交換の基本的枠組上に、ジェスチャー&アイコン方式の可能性を実現するための基本的な方式を議論する。

2. 説明とジェスチャー&アイコンによる情報伝達の枠組

複数のメディアで映し出された情報に対して、情報の焦点や内容を整理して説明として付加することにより、情報の価値をより高めたり、メディア間での情報の関連性を明らかにする方法が有効であると考えられる。本章では、ジェスチャー&アイコン方式を提案して、そのコミュニケーションの可能性を議論する。

2.1 説明の枠組

一般に、説明記述の手順は図2.1のように考えられる。

- (1) 対象領域を特定する
- (2) 対象領域内に、焦点を特定する
- (3) 説明したい概念(現象名)を表示する。概念に依存して、対象物(焦点)に対する演算や処理が行なわれることがある。対象物(焦点)が後で指定された場合には、その時点で演算や処理が行なわれる。
- (4) 具体的な、対象物や概念の状態を記述する。
- (5) 分析結果を現象、原理、類例などとともに記述する。

(1)~(3)は、順不同である。どれから始めても良い。(4),(5)も順不同である。

図2.1 (a) 説明の記述の手順

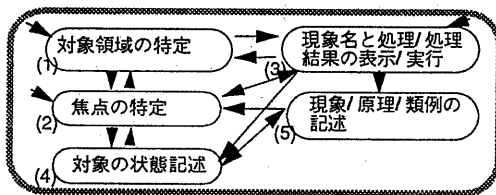


図2.1 (b) 説明の記述の手順の流れ

2.2 従来の入力方式とジェスチャーの特長

ジェスチャーの特長は、従来の入力方式の特徴(表2.1) [7] から、つぎのように考えられる。

表2.1 従来の入力方式の長所/短所

	長所	短所
コマンド言語	<ul style="list-style-type: none"> ・柔軟性がある ・「強力」ユーザに向き ・ユーザに主導権を与える ・マクロが使える 	<ul style="list-style-type: none"> ・エラー処理が弱い ・訓練が必要 ・コマンドを覚える必要
直接操作	<ul style="list-style-type: none"> ・仕事の概念を図示できる ・学習が容易である ・覚えやすい ・エラーが避けられる ・探求心を喚起する ・満足感を得られる 	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラム作成が困難 ・グラフィック・デイスプレイとポインティング装置が必要である
メニュー選択	<ul style="list-style-type: none"> ・学習の時間を短くさせる ・キー入力を減少させる ・意思決定の構造をはっきりさせる ・対話システム構築支援ツールが利用できる ・エラー処理が容易である 	<ul style="list-style-type: none"> ・メニューが多くなり過ぎる危険性がある ・画面領域をたくさ使う ・常に使うユーザには処理が遅い ・高速表示が要求される ・プルダウンメニューでは、メニューの位置まで動かさないと使えない ・選択項目の位置まで正確に動かす必要があり、操作ミスが発生しやすい(これだけ著者による)

ジェスチャーは、直接操作とコマンド言語との長所/短所 [1] を持っている。そのほか、思考を妨げない、誤り率を下げるができる、操作が簡単である、どの場所でも書けるという長所がある。エラー処理にも弱くない。ただし柔軟性はコマンド言語ほど高くない。

専門家が、容易に記述して、理解が容易にできる点は重要であり、この用途にジェスチャーは有効であると考えられる。直感的な記述/理解が可能であり、利用者が覚えている操作だけでも、利用可能である。

短所としては、多少の学習が必要である。非常に多種類の操作を表現できない点がある。

2.3 ジェスチャー&アイコン方式による情報伝達の特長

ジェスチャーは、これまで文書の修正指示 [3] やアニメーションの動きの指定 [2] のように、比較的独立した操作において有効であったと考えられる。情報内容の説明では、重要な情報は、単に個別の情報内にあるだけでなく、関連する情報の塊や流れの形で存在することが多いと考えられる。本節では、重要な情報を繋ぎ合わせて説明したり、複数個の見方を示すという、専門家の利用に合致する、ジェスチャー&アイコン方式を提案してその基本的枠組を考察する。

2.3.1 ジェスチャー&アイコン方式

ジェスチャー&アイコン方式とは、対象データや対象オブジェクトの指定および操作をジェスチャーにより表現して、操作結果、現在の状態、つぎの対象/操作

の候補をアイコンにより表現することにより、複数のメディアにより表現された情報の内容や情報間の関連性を構造化して、情報の価値の明示的な記述をマシンに蓄積・検索可能にする方式である。

この方式では、容易な記述、思考を中断しない操作、手元の不安定な状況でも少ない入力ミスの表現が、可能になる。また、明示的な情報の価値表現を付加することにより、個々のメディアの明確でリアルな表現をさらに高めて、専門家間の的確なコミュニケーションを可能にし、専門家の能力を高める支援を行える。メディアを協調させた表現も可能にできる。

利用のイメージとしては、明解な表現力: 説明しながら記述して、一目瞭然の状態/ 操作の表示を残し、さらに表示から説明しながら記述ができる。記述前後の状態変化も表示できる。状態/ 操作の表示に、さらに説明を展開できる (図 2.2 参照)。

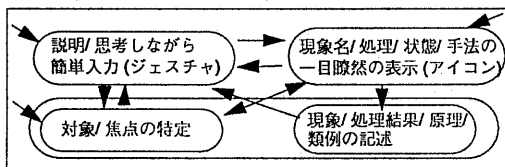


図 2.2 説明者の具体的動作の流れ

2.3.2 ジェスチャー&アイコン方式の情報伝達の特長

良いユーザインタフェースの必要条件として、つぎの 8 つの黄金律が知られている [7, 8]。

- (a) 一貫性をもたせる
- (b) 頻繁に使うユーザには近道を用意する
- (c) 有益なフィードバックを用意する
- (d) 段階的な達成感を与える対話を実現する
- (e) エラーの処理を簡単にさせる
- (f) 逆操作を許す
- (g) 主体的な制御権を与える
- (h) 短期記憶領域の負担を少なくする (限度 7+2)

ジェスチャー&アイコン方式の長所を、上記の黄金律に関連づけて 18 個考察して、その可能性を検討する。

- (1) 主体的な制御権 (g): 利用者が、今から行ないたいと思っていることを意図した順に、直接記述できる。
- (2) 記入の場所独立性: どこでも記述できる。
 - ・メニューバーの位置やメニュー内項目の位置までカーソルを動かさなくて良い。
- (3) 誤入力率削減 (f): 誤入力が少なくできる。光る所、暗い所、手元が不安定な所でも、入力が簡単。
- (4) 近道入力 (b): ジェスチャーによる直接表現により、

メニューで順に引いていかなくても済むので、説明しながらでも記述できる。

- (5) 集中思考: 思考を中断しない記述ができる。
- (6) ジェスチャーの表現力の拡張 (c): ジェスチャーだけの記述よりも、アイコンで表示された意味に対して処理/ 表現を指定できるので、少ないジェスチャーで高い表現力を実現する。
- (7) 説明と記述の同時性 (c): 処理結果や処理をアイコンで表示して順に残せるため、説明しながら記述できて、続けて次の説明を明解に行える。
 - ・例えば、設備保守の応用では、危険可能性とその大きな対象箇所の表示、さらに、事故/ 故障発生結果の変化と状況/ 説明に使用する。

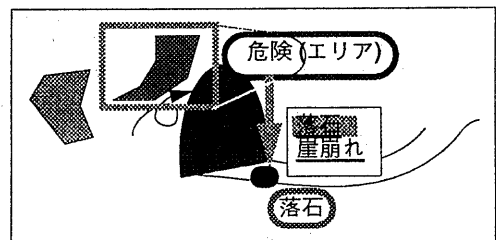


図 2.3 ジェスチャー方式による操作/ 説明の例

- (8) 明解表示 (d, c): ジェスチャーによる操作/ 説明の流れとアイコンによる説明により、一目瞭然の状態/ 操作の表示を残せて、フィードバックも得られる。
 - ・容易にレビューができる
 - ・説明中の内容や経験がアイコンとジェスチャーの鎖であるためイメージの形で頭に残り易い。
 - ・アイコンの意味は、状態、操作/ 手法、分析結果、時間などに対して与えられる。
 - ・アイコンには、記述前後の状態変化も表示できる
 - ・アイコンの意味は、ジェスチャーの足跡と、説明インスタンスにより記述できる。説明インスタンスは、テキストを記入できるほか、イメージ、アニメのツールを呼び出せる。
- (9) 段階的達成感: まとまった説明が順に蓄積されていく流れ全体が、見えるために、段階的な達成感を得ることができる
- (10) 同意情報 (c): 記述内容の確かさをその場で、記入者および周囲の人が確認/ 同意できる
- (11) 一過性/ 一般性評価支援: 明解な表示によって、説明が偶然的 (一過的) かを検証しやすく、説明が一般化/ 拡張できるかの判断/ 検討を支援できる。

(12) Motion の表現により、体の動作や動作のシーケンスによる入力を体で記憶できる (図 2.4 参照)。3次元イメージやビデオの表現に対して、説明の流れを立体的に表現して、立体的なイメージで記憶できる。

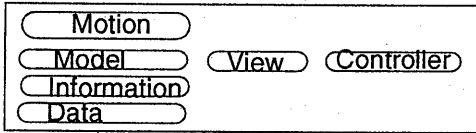


図 2.4 ジェスチャー&アイコン方式の Motion による表現

(13) 情報の価値の構造化: 情報の注目ポイント、情報の内容の価値、情報の評価/分析とその結果、情報に対する操作、関連性、環境データ、そして、発生源と由来を、ジェスチャーとアイコン表現で視覚的に構造化できる (図 2.5 参照)。情報の抽出方法による情報の整理も可能になる。また、情報の意味が、情報の発生源や情報の連鎖から分かり、情報の変化予測を支援する状況もつくれる。

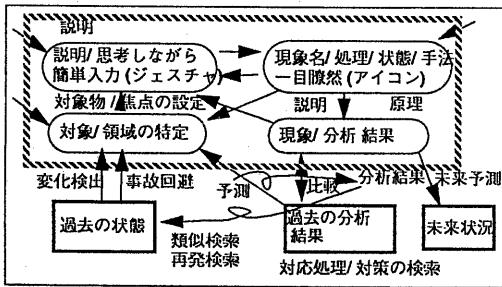


図 2.5 説明者の具体的な動作および処理の流れ

(14) 情報の価値の検索: 情報の価値が構造化されたことにより、価値の要素や情報の抽出方法に対する検索/操作が可能になる。リンクで直接つながっていないオブジェクトの検索/操作が可能になる。

(15) ジェスチャーによる類似検索: 説明時に、自分自身が書いたジェスチャーの列により類似検索可能になる。人間が説明時にモデル化した要約を、直接体を動かして表現したジェスチャーで類似検索が可能になる。

(16) 情報の価値の交換/通信量削減/オンライン記述性: 構造化により、情報の価値の交換が、分散している利用者やマシンエージェントの間でリアルタイムで可能になる。ジェスチャー&アイコンで表現された説明を、対象データの ID を付けて送ることで、受け取った側で、情報の価値や情報の評価/分析の方法

を再現できる。(少ない量のデータ交換で受け取り先で再現が可能になる。)

(17) 完結した一連の操作を、体で覚えている一つの動作 (ジェスチャー) で済ませられる (h): 一つの動作を実行するために複数のコマンドを入力しなければならないことがある。ユーザがそれらすべてを覚えておくのは容易ではない。一つの操作で置き換えられるようにする。例: 飛行機では、ギヤーを前に倒すと数百もの動作と検査が自動的に実行される。

(18) 必要情報の過剰表示の回避 (h): 複数のジェスチャーとアイコンとは、一つのアイコンに縮退表示できる。表示される情報は簡潔にして、必要な情報は必要な時にだけ表示できる。

3. 情報伝達の枠組

情報を伝達する側は、なるべく容易に情報を作成・発信したい。ジェスチャー&アイコンによる情報伝達は、利用が容易である点は良いが、表現できる情報の種類数に制限が出るため、表現する内容に基本的な枠組が必要である。

また、表現力が十分には無い場合の情報伝達では、つぎの2つの立場から、情報伝達の枠組を考えることにより、実際の使い勝手を高くできると考えられる。

(a) 情報提供者、(b) 情報の受け手

3.1 情報作成者の枠組

専門家が記述する情報の価値は、おもにつぎの3つが重要であると考えられる (図 3.1 参照)。(1) 注目すべき対象とその具体的な状態と環境、(2) 対象の状況やその説明、(3) 対象の状態の原理や理由。

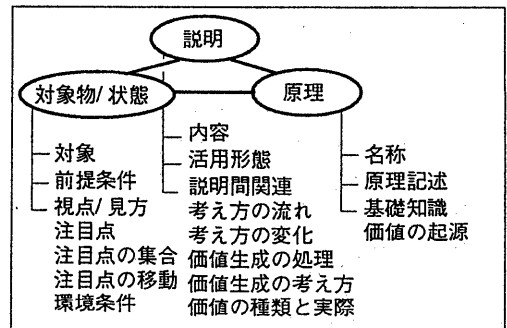


図 3.1 説明の3要素と内容

重要である理由は、つぎのとおりである。

(1) 注目すべき対象物やその状態は、説明の対象であり、変えられない事実として価値がある。焦点の選択は、説明時に省略される前提条件を示しつつ、複数の異なる視点や見方を示す入口を提示する。説明者が異れば、注目点が異り採用される説明も異なる。個々の説明は、注目点をベースにして有効となり、解決策を与えるので、注目点の特定は重要である。

(2) 説明は、複数のメディアによる表現で分かり易くなった情報に関連づけて、的確にその価値を手短かに示すために重要である。また専門家の説明は、個別の情報に元より、利用順まで含めて、より価値の高い情報を見つけて結び付けていく情報流としての価値を示す点で重要である。説明では、追跡、案内、検証、検索、比較、分析、指摘、シミュレーションなどの処理および処理結果を、操作/表示する。説明者だけでなく、その場の関係者が理解し、説明内容を確認/合意を得られる価値は大きい。

(3) 原理や理由は、対象物がなぜそのようなものかを探るために重要である。説明は、説明者の理解に都合がよくなるためや、理解し易いように、自分の経験などのフィルタを掛けて、わかり易くしたものである。原理はこれとは別に存在する。しかし原理の発見や原理が否かの判定は、容易ではないので、明確な原理の他に原理的な説明を、原理/理由として蓄積することにする。原理を実用に結び付けた形態の情報も蓄積できる。

3.2 情報の受け手の枠組

情報の受け手が、情報の内容を十分に理解できないことはよくあるので、表現力に何らかの制限があるメディアを使用する場合には、情報解読者の要求に基づき情報を追加送付する必要がある。不足する情報は、(i) 個別の情報、(ii) 情報間の繋がり情報、に大別できる。両者に対する情報提供を受け付けるために、前者には Q&A アイコン、後者にはビューアイコンの提

供が有効と考えられる。また、ナビゲーションを行なうエージェントを呼び出す方法も有効と考えられる。

4. ジェスチャー & アイコン方式の枠組

ジェスチャーとアイコンの併用は、次々に説明を進めていくことや、深い考察や質問に回答するために有効である。この章では、第3章の情報伝達の枠組の上に、第2章の可能性を実現するための方式を検討する

4.1 アイコンに対するジェスチャーの枠組

人間には、上下一左右、時間、配置的感觉があるので、それらを自然に感じる使い勝手により、使い易く覚え易いジェスチャーの枠組が与えられると考える。

対象/説明/原理を表現するアイコンは、ラベルアイコンと本体アイコンから成る。説明時の説明の要素の選択は、一般領域を始点とするジェスチャー入力で行いそれぞれ、矢印が対象の特定、丸矢印が説明、2つ丸矢印が説明や対象の状態の理由/原理を意味する(表4.1参照)。この入力に対して個々の対象/説明/原理のアイコンが表示され、文字列のラベルが付けられる。情報の内容記述は、本体とラベルに対して行え、文字による記述以外にも他に各種メディアでのツールにより記述を行える。

アイコンを始点とするジェスチャーの基本は、方向性に関しては、左が過去(前例、類例)、右が未来(可能性/予測)を示す。また直接度では、丸矢印が直接的関係(前例)、2つ丸矢印が間接的關係(類例)を示す。

同一アイコンに戻ることは、深い思考を意味する。各種アイコンの詳細はつぎのとおりである。対象物では、焦点(矢印)、原因(丸矢印)、対策(2つ丸矢印)。説明では、展開(矢印)、原理(丸矢印)、質問(2つ丸矢印)。原理では、新分析結果(矢印)、対策(2つ丸矢印)である。

・対象物、対象物間の矢印は、移動、現象の方向を示す; 落石。

表 4.1 アイコンおよびアイコン間のジェスチャーの基本的枠組

from/to	対象物/状態 (o)	説明 (e)	原理 (d)	自己 (s)	一般領域
一般領域	(矢印)	(丸矢印)	(2つ丸矢印)	---	---
対象物 / 状態	移動、現象の方向 比較 (2つ丸矢印)	説明記述	原理発見	焦点 原因 (丸矢印) 対策 (2つ丸矢印)	前例 (丸矢印右) 類例 (2つ丸矢印左)
説明	具体例 再発 (丸矢印右) 対策 (2つ丸矢印)	ストーリー/複数の見方 比較 (2つ丸矢印)	原理へ登録	展開 原理 (丸矢印) 対策 (2つ丸矢印)	可能性/予測 (丸矢印右) ビュー (2つ丸矢印右)
原理	該当原理	引用	比較 (2つ丸矢印)	新分析結果 対策 (2つ丸矢印)	質問 (2つ丸矢印下)

- ・説明の縦接続は、説明の流れ/つながり/ストーリーを示す。
- ・複数の見方は、説明間の並列接続により表現する。
- ・簡単な分かり易いジェスチャにすると、認識率が大きくできる。

4.2 アイコン間の関連に対する枠組

3種類のアイコンの間に記述されるジェスチャに、基本的な枠組を与えることにより、一貫した使い勝手が可能になる。

すでに表現された対象、説明、原理の間を繋ぐジェスチャでは、この並んだ順の、左方向へのジェスチャは、より詳細な具体例であり、説明や原理が該当することを意味する(表4.1参照)。説明から対象への丸矢印は、説明したことが実際に起きること:再発を意味する。並んだ順の右方向へのジェスチャはより詳しい説明、あるいは具体例の登録または移行である。後者の例としては、典型的な状況は説明そのものになるし、セオリーや常識は原理として登録して活用できる。

同類のアイコン間を繋ぐジェスチャでは、アイコン間を、丸矢印で繋ぐとき同一または同類であることを示す。2つ丸矢印で繋ぐことは比較を意味する。

4.3 情報の受け手のための枠組

情報の受け手が、情報の内容を十分に理解できない場合に対応するために、Q&Aとビューを呼び出すジェスチャがある(表4.1参照)。また、問題点に速く対応するために、解決策を呼び出す枠組を与えている。

5. 応用

落石があったトンネルの例を考えてみる(図5.1参照)。説明者は、最初に危険を示し、その危険エリアを同定している。つぎに、すでに落ちている石を示して、危険エリアと石との関係を説明する。また、説明では、原因、前例、類例について述べて、調べる。また、再発の可能性についても述べて、調査・議論する。類例を検索してきて、原因の比較も行う。

6. まとめ

高度な情報メディアによる明確でリアルな個々の表現を、価値あるものとして説明し繋ぎ合わせることができるのは、専門家の言葉である。本稿では、複数のメディアによる表現において、個々の情報だけでなく、価値ある情報の繋がりの流れを、リアルタイムに

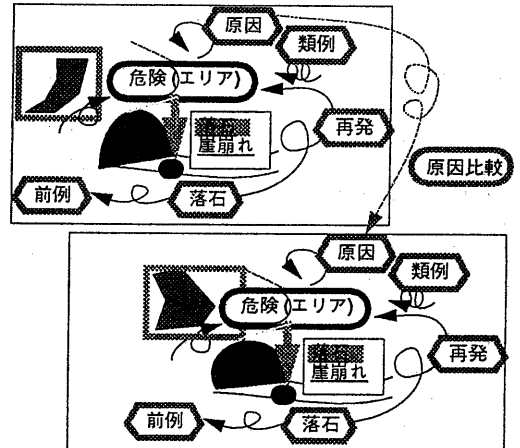


図5.1 ジェスチャ&アイコンによる落石現場の説明と検討

説明して構造化するための基本的枠組をジェスチャ&アイコン方式を提案して検討した。複数のメディアの表現を構造化することにより、重要な情報を共有でき、的確なコミュニケーションを実現できることにより、組織的な質の高い作業を支援できる環境作りを目指す。今後は、システムを完成させて評価していきたい。

謝辞

研究の機会を与えて戴いた三菱電機(株)情報システム研究所 石田副所長、貴重なコメントを戴いた同所 磯西研究員や皆様、および、東北大学 白鳥研究室の皆様へ深謝致します。

[References]

- [1] Dean Rubinc, "Specifying Gestures by Example," CMU-ITC-91-099, SIGGRAPH '91, 1991.
- [2] Karen Donoghue, "An Intelligent Sketchpad: A Gestural Language for Denoting Temporal Behaviors in Dynamic Design," MIT the Programs in Media Arts and Sciences School of Architecture and Planning on May 7, 1993.
- [3] Dean Rubinc, "Integrated gesture recognition and direct manipulation," Proceedings of the Summer '91 USEUNIX Technical Conference, 1991.
- [4] Lascau Paul, "Graphic Thinking for Architects and Designers," Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
- [5] Peter H. Lindsay and D. A. Norman, "An Introduction to Psychology," Academic Press, Inc., New York, 1977.
- [6] Rogerrrr L. Fetterman and Satish K. Gupta, "Mainstream Multimedia," Van Nostrand Reinhold., New York, 1993.
- [7] Ben Shneiderman, "Designing Userinterface," Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1987.
- [8] Ben Shneiderman, "Designing Userinterface, II," Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1992.
- [9] Donald A. Norman, "Design rules based on analysis of human error," CACM, 26, 4, pp. 254-258, April, 1983.