

2. 物理的インターフェイス

2.1 人間工学と操作のための 物理的インターフェイス

人間工学

- 人間に関わりあるシステムを特に人間の特性に基づいて設計あるいは改善する学問
- Ergonomics (欧州)
 - 労働科学や安全工学を基礎に発展
- Human Engineering (米国)
 - 航空宇宙工学など, システム工学の中の人間的要素を対象

物理的インターフェイス

- 過去に多くの計測データがある
 - あまりまとまってはいいないが
- 計測すれば容易にデータが得られる
- 個人のサイズ等の違いに基づく差はあるが、あまり大きな差ではない

2.2 情報伝達のための物理的 インターフェイス

情報取得のための感覚

- 五感

- 視覚・聴覚・触覚

- 嗅覚・味覚

- 慣れが生じやすく, 伝達情報量は少ない

- ⇒ 情報伝達に使いにくい

- 第六感

- テレパシー(超能力), 虫の知らせ, 気功, . . .

- 科学的に証明されていない

- 再現性に乏しく, 個人差も大きい

- ⇒ 情報伝達に使うのは現状では不可能

視覚

情報取得における視覚の特徴

- 伝達できる情報量が極端に多い
 - 通信容量は 10^7 bit/sec程度
 - 実際に使用できるのは40bit/sec程度
- 意識しないと情報を取得できない
 - 危険信号を見逃す可能性がある
- 離れたところから情報を入手できる

錐体と杆体

- 網膜上の2種類の視細胞
- 錐体
 - 視野の中心付近に多く分布
 - 明るいところで感度がよく, 色の識別可能
- 杆体
 - 視野の周辺部に多く分布
 - 暗いところで弱い光に感度がよい
 - 色の識別不可, 視力低い

視力と視野

- 視力: 2点を2点と弁別できる最小視角
- 視野: ある一点に注視したときに見える範囲
 - 単眼では, 内側に約 60° , 外側に約 104°
- 視力だけよくても視野がないと困る

聽覺

情報取得における聴覚の特徴

- 伝達できる情報量が視覚より少ない
 - 通信容量は 10^5 bit/sec程度
 - 実際に使用できるのは30bit/sec程度
- 無意識や睡眠中でも情報を取得できる
 - 危険信号の警報に有用
- 離れたところから情報を入手できる

音の高さ

- 空気の振動の周波数
- 周波数が高いほど高い音として聞こえる

音の強さ

- 音波の進行方向に対して垂直な断面の単位面積を通じて単位時間内に伝播される音のエネルギー量
- 通常は音圧レベル
- 単位デシベル[dB]

音の大きさ

- 音の強さや周波数などによって決まる感覚値
- 一般に、同じ強さの音でも周波数が高くなると大きな音と感じられる傾向にある
 - 警報音に適する

音色

- 官能的, 音楽的, 心理的要素の強い側面
- 正弦波などの丸みを帯びた波形
 - 柔らかい耳ざわり
- 矩形波などの波形
 - 金属的な冷たい耳ざわり
- その他, 周波数成分や音の大きさ, 時間的特性(立ち上がり特性など)が影響

觸覺

情報取得における触覚の特徴

- 最も生命維持に重要で原始的な感覚
- 伝達できる情報量が聴覚より少ない
 - 通信容量は 10^6 bit/sec程度
 - 実際に使用できるのは5bit/sec程度
 - マスキング
- 無意識や睡眠中でも情報を取得できる
- 近接情報のみを入手できる

様々な物理量をセンシング

- 圧力, 温度, 振動など異なるセンサが多数分布
- Pacini小体 : 加速度
- Meissner小体 : 速度
- Ruffini終末 : 位置(強度)
- Merkel終末 : 位置(強度)
- 自由神経末端 : 温度など

触覚と運動との連動

- Active Touch (能動触知)
 - 手を動かしながら触るとわかりやすい
 - 例: 盲牌
- Passive Touch (受動触知)
 - 手を動かさないで触るだけではわかりにくい
 - 対象物を動かしてもActive Touchのようにはわからない

情報表示

各感覚特性を考慮すると、どのような情報表示をするのがIFとしてよいのか？

視覺表示器

視覚表示器の特徴

- 指向性がある
 - 逆方向からは見えないことが多い
 - 目をつぶれば見えない
- 時間的に保存することが可能
- 複雑な情報を短時間に伝達可能

視覚表示器の用途

- 注意喚起のための表示器
- 数量の伝達のため表示器
- 操作用図記号(グラフィックシンボル)
- 文章表示

注意喚起のための視覚表示器

- ランプ・警告灯・作動灯など
- 色で情報を伝えることも多い
 - 赤：危険，緑：安全 逆にしてはならない
 - 警告灯等は通常赤色を使用
 - 色覚異常者の場合に注意が必要

警告灯の点滅

- 特に緊急を要する警告には点滅が効果的
 - 指向性の欠点を小さくできる
- 点滅回数は4回/秒程度がよい
 - 早いほど人に強い緊張感を与える傾向がある
- 点滅している警告灯が多すぎると、かえって注意力が散漫になってしまう

数量の伝達のため視覚表示器

1. 正確な数値の読み取り
2. 「低・中・高」など, だいたいのところを知ればよい読み取り
3. 連続的な変化の状況の監視
4. ある目標値に調整したり, 近づけてあわせるため

数量伝達用表示器の種類

- 可動指針型表示器
- 固定指針型表示器
- デジタル型表示器
- 可動指針型とデジタル型の複合型表示器

可動指針型

- 文字盤の上を針が動く方式
- 2, 3, 4に適し, 1も使用可
- 直線的より円・半円の文字盤のほうがよい
- 数字は左から右, 下から上に増加すること
- 文字盤のスケールは1, 10など
- だいたいよいなら, 数字でなくても良い

固定指針型

- 針が固定されており、文字盤が移動する方式
- あまりメリットは無いので使われることはあまりない
- ヘルスメータのように機構上有利な場合

デジタル型

- 1に特に適する
- 4も可だが, 2, 3には不適
- 横長で使用されるのが基本
- 速い動きは読み取れないので, 連続的に表示するよりも, 変化時間に応じた時間間隔をとって表示するのがわかりやすい

複合型

- おおきな桁の数値をひとつの表示器で正確に伝えたいときに使用されることがある
- 例：飛行機の高度計
 - 高度
 - 上昇しているか下降しているか
- デジタル型と可動指針型の複合が読みやすいことが多い

操作用図記号（グラフィックシンボル）

- 類似の表示器・操作器がたくさん並ぶ場合
- まれにしか使わないなど，ユーザがその意味を忘れてしていると予想される場合
- 緊急事態にユーザがその意味をとっさに思い出せないと予想される場合
- 海外向けや子供向けなど，言語による説明が通じない可能性がある場合
- 言語では表示が長すぎてしまう場合

文章表示のための視覚表示器

- 液晶ディスプレイやCRTなど
- 複雑なメッセージや図形が表示可能
- 今後は用途も広がるだろう

聽覺表示器

聴覚表示器の特徴

- 無指向性
 - 全方向に伝えることが可能
 - 睡眠中でも注意力散漫でも伝わる
 - 聴覚表示器の最大の利点であるが、聞きたくないときにも聞かなければならないという欠点ともなる
- 時間的に保存できない
- 複雑な情報を伝達するには長い時間必要

聴覚表示器の用途

- 注意喚起のための聴覚表示器
- メッセージや複雑な情報伝達のための聴覚表示器

注意喚起のための聴覚表示器

- ベル・ブザー・ビープ音
 - 注意を喚起するのに有効
 - 音色によっては緊迫した感情を抱かせる
 - 不快感を与え、他の聞き取りを妨害するので多用しない配慮が必要
 - 一般環境では最小可聴閾値 + 15dB 以上
- チャイム
 - 不快感が少なく、緊急を要しない場合

メッセージや複雑な情報伝達のための聴覚表示器

- 音声伝達速度：300文字／分程度がよい
- メッセージの冒頭に予告音を入れる
- 音で複雑な情報を伝えるには訓練が必要
 - 例えば盲人に障害物を音で知らせる装置
- 声による情報伝達は訓練不要で便利
 - 音声合成は簡単になった
 - あらゆる家電が合成音声を出したら邪魔？

触觉表示器

触覚表示器の特徴

- 情報伝達量が少なすぎるのでほとんど使用されない
- 盲人用で多用される
 - 点字, 点字ディスプレイ, 触知板など
- 機械振動刺激
- 電気振動刺激

触覚による読書（オプタコン）

- 全盲者が墨字（点字ではない普通の文字）を読むための装置
- カメラで読み取った文字を，人差し指に20×5のピンの振動で刺激し，伝達させる
- 長時間の練習が必要
- アルファベットは良いが日本語は厳しい

体性感觉表示器

体性感覚表示器の特徴

- 目で見なくとも自分の手足の位置がわかる
⇒ 体制感覚 (深部感覚)
- VRのための体性感覚表示器