

ソフトウェア工学 第6回

アーキテクチャ設計
ユーザインタフェース設計

大連理工大学・立命館大学 国際情報ソフトウェア学部

大森 隆行

講義内容

➡アーキテクチャ設計

■ユーザインタフェース設計

ソフトウェアアーキテクチャ (software architecture)

- ソフトウェアの全体的な構造であり、システムの概念的な一貫性を提供する手段
 - モジュールの構造や構成
 - コンポーネント間の相互作用
 - コンポーネントが使用するデータの構造 等
- (広義には、システムの主要な構成要素とそれらの相互作用)



- 開発を方向付ける
 - 基本構造から大きく外れる改造は困難
 - 作業の分担や手順を検討する際の基準
 - 再利用資産の蓄積と活用

ソフトウェアアーキテクチャ

(例) 家の基本構造と特性

基本構造	耐火性	耐衝撃性	建設期間
わら造り	弱	弱	短
木造	中	中	中
レンガ造り	強	強	長

トレードオフを考慮して決定する



- アーキテクチャを決めると建設方法も(ある程度)決まる
 - わら → わらを集める → わらを束ねる ...
 - 木 → 木を切る → 木を組む ...
 - レンガ → レンガを焼く → レンガを積む ...
- アーキテクチャを決めると最終製品の性質も(ある程度)決まる
 - わら造りで2階建ての家屋を建築？
 - 木造平屋を建て増しして2階、3階を積み重ねる？

ソフトウェアアーキテクチャ

(例) ソフトウェアの基本構造と特性

基本構造	信頼性	機能性	保守性
アーキテクチャA	低	低	高
アーキテクチャB	中	中	中
アーキテクチャC	高	高	低

- アーキテクチャを決めると開発手法も(ある程度)決まる
 - モジュール分割と構造化の進め方
 - プログラムとツールの再利用の進め方
 - 品質特性の評価の進め方
- アーキテクチャを決めると最終製品の性質も(ある程度)決まる
 - 求められる品質をあらかじめ考えておかなければならない
 - 他、どのような環境で動作するか 等々...

アーキテクチャに関わる品質特性の例

■ 実行時の品質特性

(例)効率性(時間的効率性)

- ・ どのコンピュータにどの役割を持たせるかによって性能が変わる
- ・ 性能に影響を与える要因も変わる
(Bであれば通信の影響有)

■ 開発時の品質特性

(例)保守性(変更性)

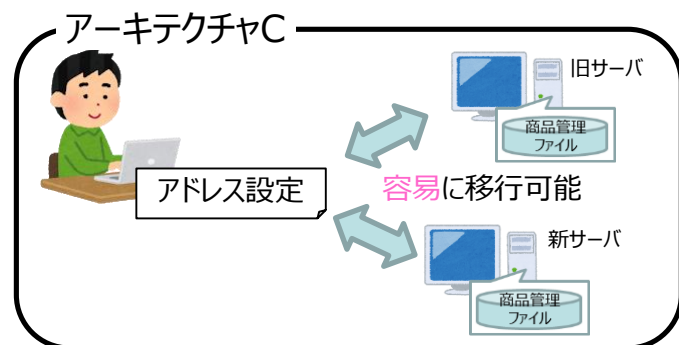
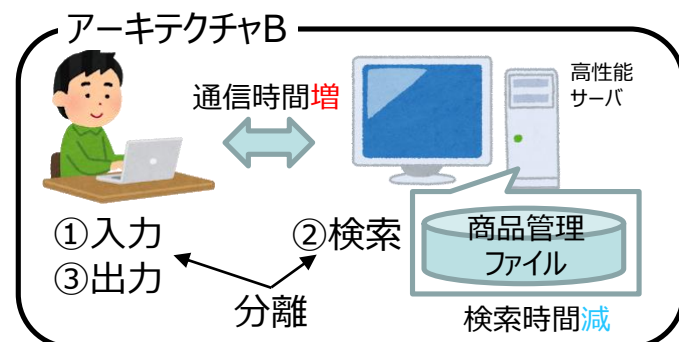
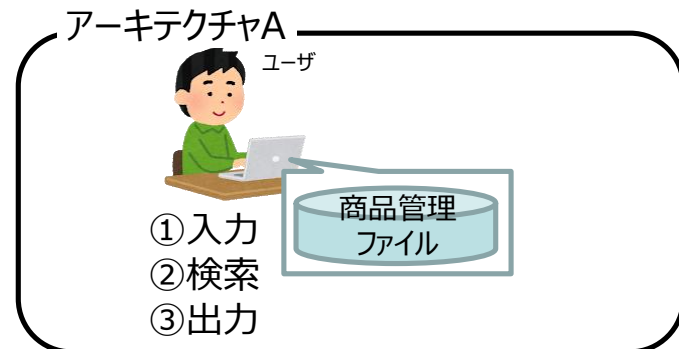
- ・ 商品管理ファイルの変更が想定される場合は②を分離した方が良い(Bであれば①や③に影響を与えにくい)

■ 運用時の品質特性

(例)可搬性(順応性)

ソフトウェアを別の環境へ移すときの手間

- ・ サーバのアドレスがプログラム中で固定(B)
⇔サーバのアドレスは設定ファイルで設定(C)



アーキテクチャ設計

■ アーキテクチャを決定する作業

- 機能要求だけでなく、品質要求も満たすように基本構造を検討
- 開発作業の方針決定や詳細設計より前に行う
- 具体的なソフトウェアが存在しない状態で行うため、高度な知識・経験が必要

■ 設計上の課題

- 設計の基本方針
 - 開発期間、開発費用、開発形態、利用期間、利用形態、開発後の取り扱いなど評価基準の明確化
- 評価の視点
 - 評価する視点を定め、その視点に基づく構造の表現（ビュー）
- 評価の追跡可能性
 - トレードオフに対する判断の記録

アーキテクチャを評価する視点

■ 論理ビュー

- システムがどのような機能を持つか
- 機能がどのような論理的構造を持つか

■ 実行ビュー

- システムがどのような実行単位で構成されるか
(プロセス、タスク等)
- 性能などの実行時の品質特性に着目

■ 開発ビュー

- システムがどのようなディレクトリ構造で管理されるか
- 保守性や修正容易性などの品質特性に着目

■ 配置ビュー

- システムを配置したときの構造(どのコンピュータのどのプロセッサにソフトウェアを置くか等)
- 実行時の性能、信頼性、安全性等に着目

アーキテクチャの設計手法

■ 標準化された設計手法、定着した手法は存在しない

ボッシュ

■ Boschの手法

1. 機能面からの設計

- 機能に関する要求を満たすようにアーキテクチャを設計する

2. 品質特性を評価

- 設計したアーキテクチャが非機能要求を満たすか評価する
→ 満たせば設計完了

- 要求された品質特性を満たさなければアーキテクチャ変換(3へ)

3. アーキテクチャスタイルを用いて要求を満たすように アーキテクチャを変換

アーキテクチャスタイル (architecture style)

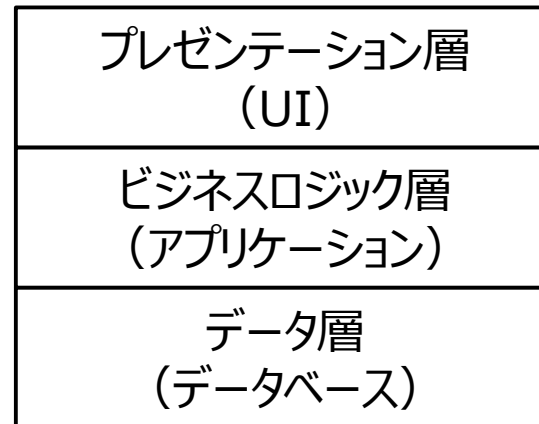
- ソフトウェアの基本的構造を表すもので、システム全体の設計に制約を課す
- システムのすべてのコンポーネントの構造を確立することが目的
- ソフトウェアの代表的な基本的構造
 - 機能分割に基づく分類
 - 階層モデル (hierarchical model)
 - クライアントサーバモデル (client-server model)
 - リポジトリモデル (repository model)
 - 制御関係に基づく分類
 - データフローモデル (data flow model)
 - コントロールモデル (control model)

階層モデル

■ 機能等を複数の層で捉えたモデル



ISO 7層モデル



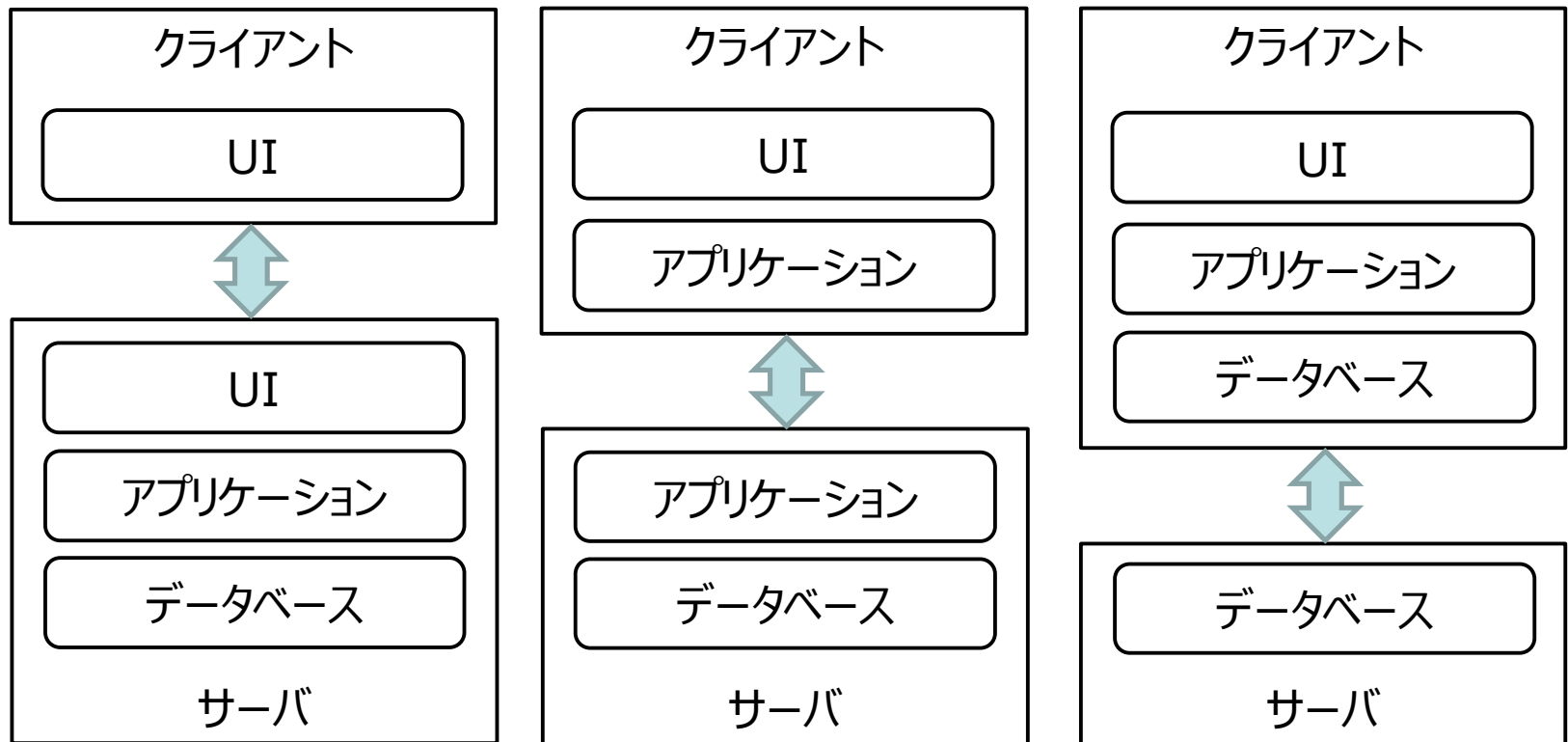
Webアプリケーション
3層モデル



仮想マシンモデル

クライアントサーバモデル

- データと処理機能をクライアントとサーバに分けて運用する分散システムモデル

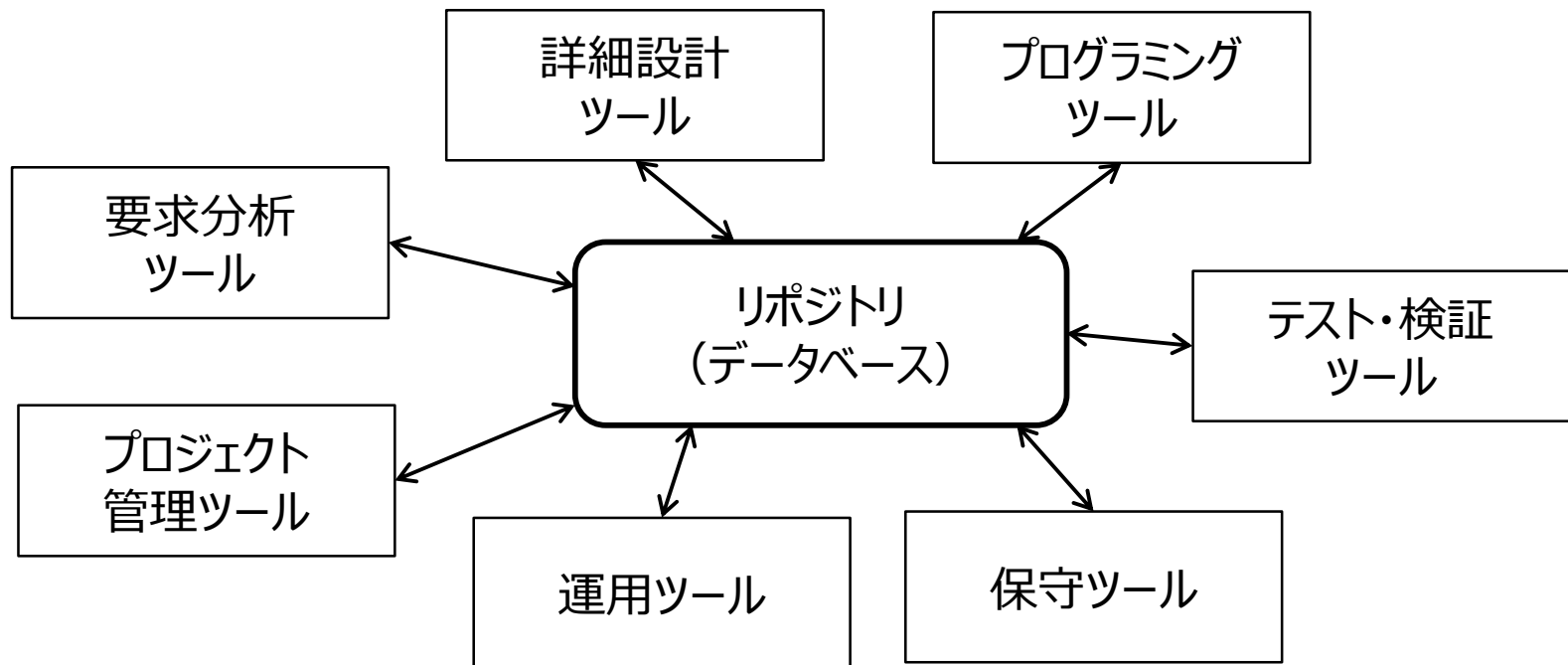


シンクライアント (thin client)
モデル

ファットクライアント (fat client)
モデル

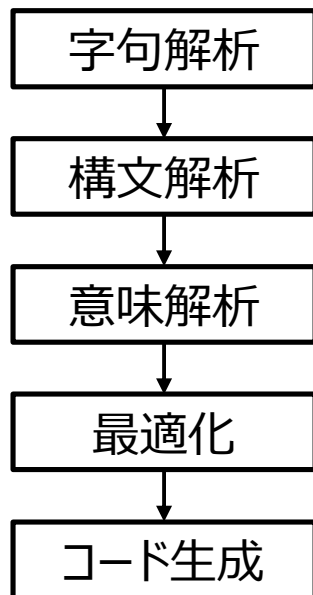
リポジトリモデル

- データ中心モデルとも呼ぶ
- 複数のサブシステムが共有データ(リポジトリ)を介してデータ交換する

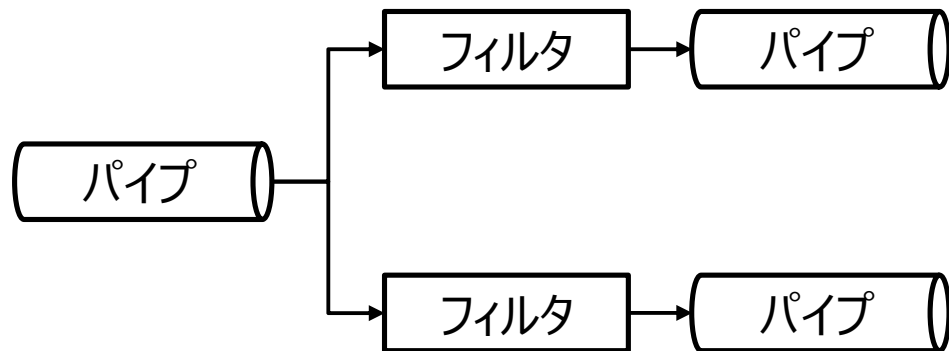


データフローモデル

- 入力データを処理して出力を生成する変換機能により構成される



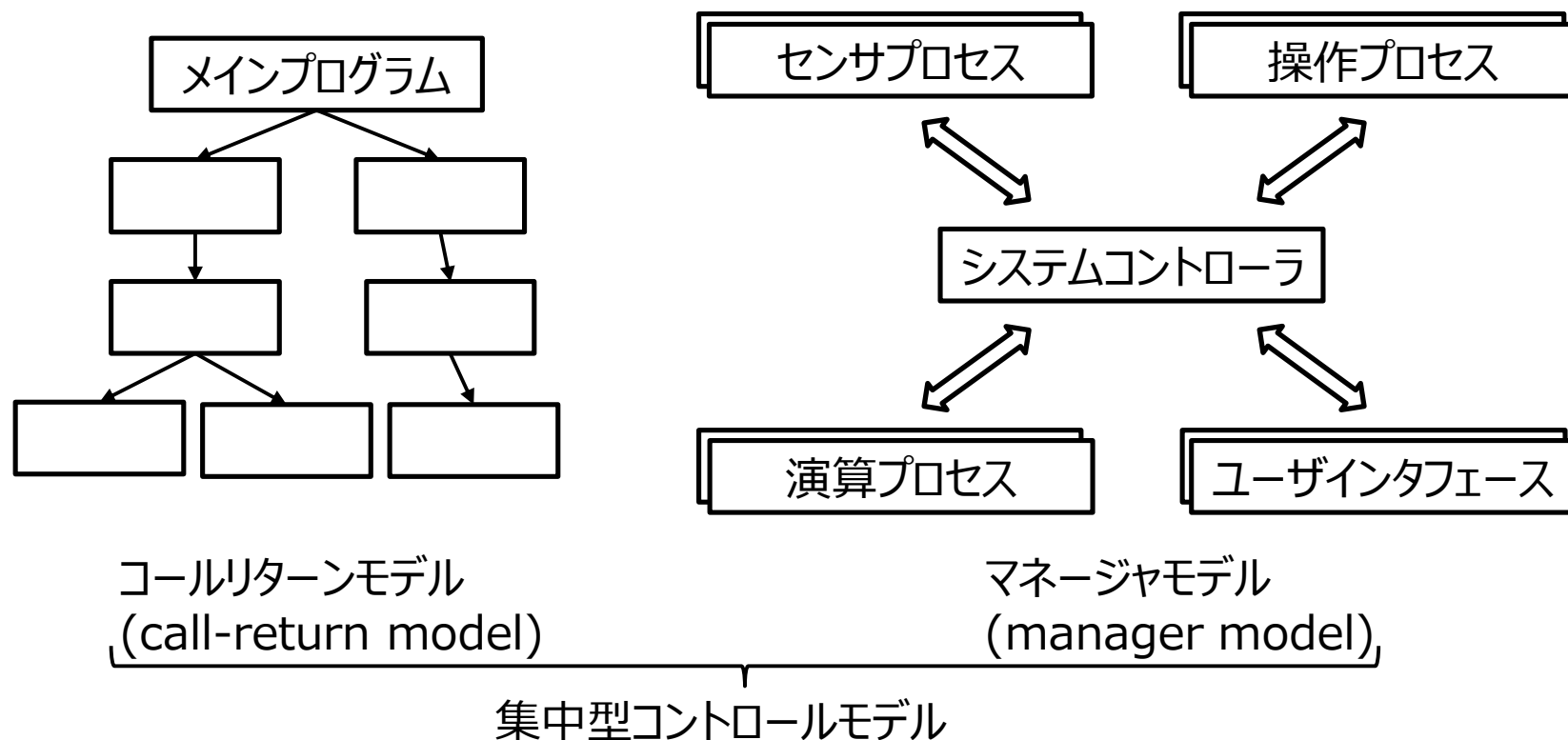
コンパイラ
(compiler)



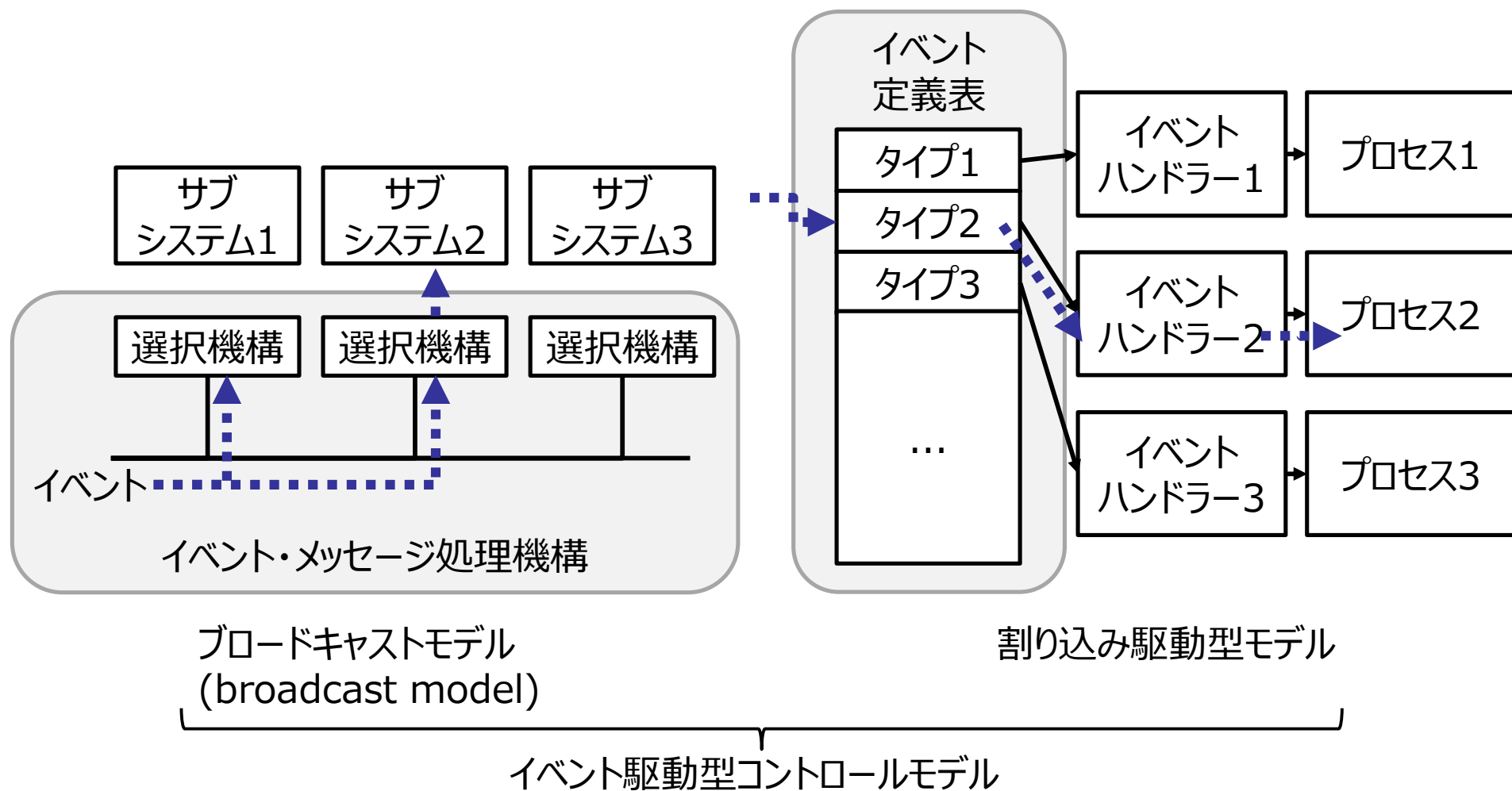
パイプとフィルタ
(pipe & filter)

コントロールモデル

- サブシステム間のコントロールに注目したモデル
- 集中型コントロールモデルとイベント駆動型コントロールモデルに分けられる



コントロールモデル



確認問題

- ソフトウェアアーキテクチャに関して説明した下の各文は正しいか。○か×で答えよ。
 - アーキテクチャと開発手法は互いに独立であるため、開発手法決定後にアーキテクチャは容易に変更できる。
 - 最終的なソフトウェアの品質はアーキテクチャの影響をあまり受けない。
- 以下の各説明に合うソフトウェアの基本的構造(アーキテクチャスタイル)の名称を答えよ。
 - 機能を複数の層で捉えたモデル
 - データと処理機能をクライアントとサーバに分けて運用する
 - 複数のサブシステムが共有データを介してデータ交換する
 - 入力データを処理して出力を生成する変換機能を複数連ねることで構成
 - サブシステム間のコントロール(制御)の形態に着目



講義内容

■ アーキテクチャ設計

➡ ユーザインタフェース設計

ユーザインタフェース設計

■ ユーザインタフェース (UI: user interface)

- ユーザとシステムの対話を仲介

■ ユーザインタフェース設計

- 設計指針に基づいてユーザインタフェースを定める作業

- ユーザの負担を最小限にすることが目的

- システムがユーザの意図を正しく把握する
- ユーザに実行結果を分かりやすく提示
- 使いやすい入力方式（どこに何を入れるのか分かりやすく）

- 人間の認知機能を考慮する必要

- 一度に多くの情報を提示しすぎない
- 追従可能な速度での画面の切り替え等
- ユーザモデルの構築も重要

- 例：上級者、中級者、初心者ごとにUI設計

人間の情報処理モデル

(1) 目や耳から入った情報は、非常に短い間、ほぼそのままの形で**感覚情報貯蔵庫**に保存される

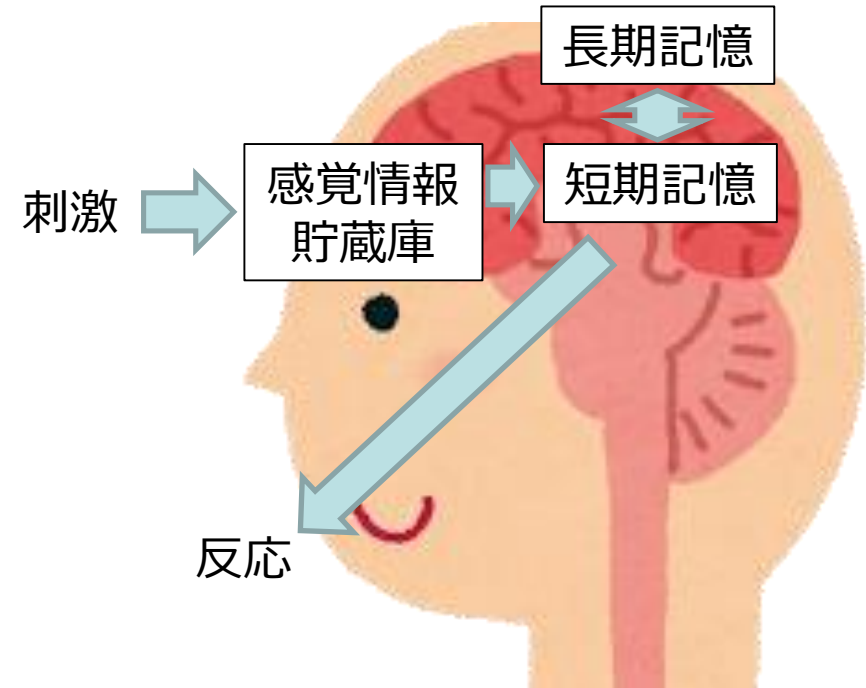
- ほとんど変わらない情報が続いて入ると連続した映像として認知
- 短い間隔で異質な情報が入ると情報欠落

(2) 20秒程度**短期記憶**に保存

- 頭の中で高速に利用可能
- 保存可能なチャンク(chunk)は 7 ± 2 個

(3) **長期記憶**にある知識を使って符号化されて長期記憶に格納される

- 容量は膨大
- 引き出しに時間がかかったり、失敗する (引き出しに工夫が必要)



設計ガイドライン

■ 観点 1 : 対話の道具

■ 親しみやすいUI

- 日常的な概念を使う(例：文書、フォルダ)

■ 操作手段・用語・コマンド形式の一貫性

■ 観点 2 : 対話の進め方

■ フィードバックの提供

- ユーザの入力に対するシステムの応答

■ 驚きを最小にする

- ユーザのメンタルモデル(mental model:ユーザの頭の中のどのように動作するかイメージ)に沿った振る舞い

■ 観点 3 : エラーへの対応

■ エラーからの回復を容易にする

- 例：アンドウ(undo)機能

■ ユーザへのガイダンス

- 例：ヘルプ機能、オンラインマニュアル

※イメージ：頭の中で思い浮かべる
姿・形。心像、形象。

設計プロセス

- 他の要求同様、UIに関しても要求分析が重要
 - UIの変更がソフトウェアの基本構造に影響を及ぼすこともある
→ できるだけ早い段階でのユーザによる評価が必要



- プロトタイプによる評価
 - 要求分析時に、ユーザが行う操作を理解し、UIプロトタイプを作成
 - ユーザ評価で満足できる結果になるまで改善を繰り返す
 - 実行可能なプロトタイプを作成
 - ユーザ評価で満足できる結果になるまで改善を繰り返す
 - 最終的なシステムの実現
 - ユーザと一緒に最終評価

UIの評価

■ 一般に人的要因が影響する性能の客観的評価は困難

■ Shneidermanによる測定可能な人的要因

■ 学習時間

- 必要な操作の使用方法を覚えるために必要な学習時間

■ 実行速度

- タスクの遂行に要する時間

■ エラーの割合

- タスクの遂行中に発生した(人間の)エラーの種類と回数

■ 長期記憶

- 一度習得したタスク遂行に必要な知識を覚えている程度

■ 満足度

- システムを使用してどの程度気に入ったかという主観的評価

※タスク：ここでは、「人間が行うひとまとまりの作業」の意味

対話方式 1/2

■ コマンド言語：ユーザはキーボードからコマンドを入力する

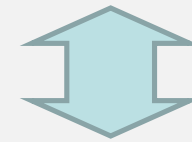
■ 利点

- 安価な端末で実現可能

■ 欠点

- コマンドを覚えなければならない
- タイピング能力が必要

CUI: character user interface



GUI: graphical user interface

■ メニュー選択：ユーザはメニュー項目から選択して実行

■ 利点

- ユーザのエラーが少ない
- 覚えておかないといけないことが少ない
- 選択過程を追跡することで状況に応じた支援が可能

■ 欠点

- 選択項目が多い場合は選択が困難
- 複数のコマンドを組み合わせで動作させることが困難
- 経験豊富なユーザはマウスの使用を煩わしく感じる

対話方式 2/2

■ 直接操作

- オブジェクトを常に表示しておき、マウス等で操作可能
- 操作の結果が素早く表示され、かつ、可逆的
→ 初心者でも習得が容易

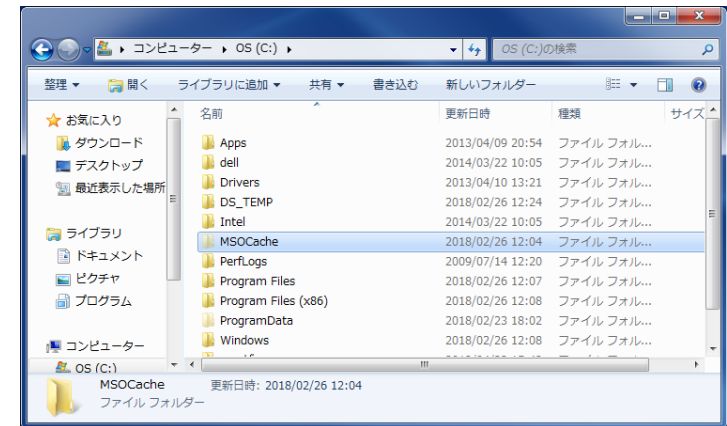
■ (例) Windowsデスクトップ環境

■ 利点

- 操作が直感的でわかりやすい
- フィードバックがすぐに得られる

■ 欠点

- 適切なメタファ(比喩, metaphor)で表現することが難しい
- プログラムが複雑になる
- ハードウェアに対する要求が大きい
- 操作の繰り返しや履歴の追跡が
コマンド言語やメニュー選択と比べて困難



出力画面の設計

■ 設計における注意点

■ ユーザの関心

- 関心のあるものを的確に表示する

■ 情報の価値

- 表示することに価値があるのか、
価値がどのように変化するか

■ 表示方法の特徴

- テキスト(文字列) vs ビジュアル(視覚的)、
アナログ vs デジタル

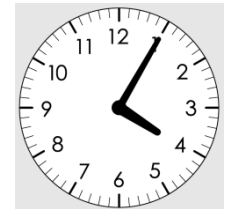
- 色の表示法

- 色の数・一貫性、色による強調・状態表現

- 大量情報の可視化

- Shneidermanの指針：

「まず全体の概略を示し、その中から重要な情報の拡大と選別をして、ユーザの要求に応じてさらに詳細な情報を提示しなさい」



アナログ



デジタル

確認問題

■ 次の説明に合う語を答えよ。

- ユーザとシステムの対話を仲介する機構
- ユーザの入力に対するシステムの応答
- ユーザが持つ、ソフトウェアがどのように動作するか等のイメージ
- ソフトウェアの試作品のうち、特にUIの評価を目的としたもの
- 計算機のUIにおける比喻



確認問題

■ 空欄に当てはまる語を答えよ。

■ 人間の情報処理モデル

- 目や耳から入った情報は、非常に短い間、ほぼそのままの形で(1)に保存される。
- (1)から抽出された情報は、20秒程度(2)に保存される。
保存可能な情報は(3)±2チャンク程度とされている。
- さらに、一部の情報は符号化されて(4)に蓄えられる
(4)は(2)と比べると容量が大きいが、引き出しに時間がかかったり、失敗したりする。

■ Shneidermanの指針

- 「まず全体の(5)を示し、その中から重要な情報の拡大と選別をして、ユーザの要求に応じてさらに(6)な情報を提示しなさい」



参考文献

- 「ソフトウェア工学」
高橋直久、丸山勝久 著、森北出版、2010
- 「実践ソフトウェアエンジニアリング」
ロジャー・プレスマン 著、西康晴、榊原彰、内藤裕史 監訳、
古沢聡子、正木めぐみ、関口梢 翻訳、日科技連、2005