UE AD FIL A1 - Introduction

2022-2023

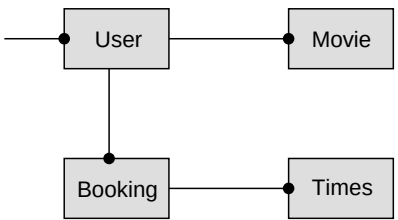
Hélène Coullon

IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom

Table of Contents

Architectures distribuées

Architecture distribuée



- Architecture modulaire fait de composants qui ont des rôles qui leur sont propres
- Les composants sont distribués sur le réseau
- Les composants communiquent les uns avec les autres
- Les composants peuvent être écrits dans des langages différents

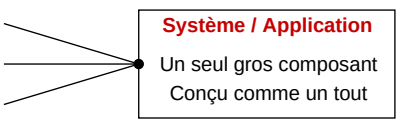
Distribution et modularité

- Séparer les fonctionnalités et les rôles n'est pas spécifique au distribué !
  - modules
  - fonctions
  - classes
  - paquets
  - etc.
- Mais pour faire du distribué il faut séparer clairement les problèmes !
- Ce qui est spécifique au distribué c'est de placer les composants sur des machines distantes et de les faire communiquer via le réseau.

Architecture monolithique

Une architecture distribuée vient en opposition d'une architecture monolithique

Mais une architecture monolithique peut être modulaire !



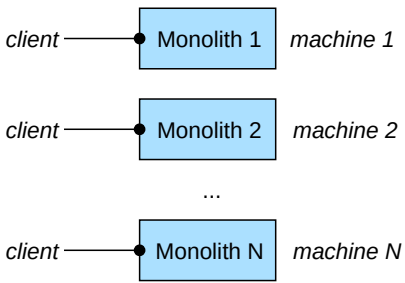
Avantages

- Conception plus simple
- Pas de communications réseau

Inconvénients

- Evolution et flexibilité
  - redéploiement total si changement
- Peu tolérant aux pannes
- Peu scalable

Architecture monolithique = 1 seule machine ?



Même si le système suit une architecture monolithique

- Il peut être déployé sur plusieurs machines !
- Chaque instance (ou déploiement) fonctionne comme un tout unique sans communication avec une autre.
- On peut répartir la charge avec un load-balancer entre chaque instance.
  - scalabilité horizontale

Architecture distribuée

Avantages

- Modulaire
  - séparation des préoccupations, flexibilité, maintenabilité
  - réutilisation de code facilité
- Flexible et évolutif
  - mise à jour par éléments
  - déploiement continu
  - changements (reconfiguration) dynamique
- Tolérance aux pannes
- Scalabilité

Inconvénients

- Plus difficile à concevoir : API, réseau, sécurité etc.

Les architectures distribuées aujourd'hui

Désormais les architectures distribuées sont inévitables !

Infrastructures distribuées

- Clusters ou grappes de calculs
- Informatique à la demande (Cloud, Fog/Edge computing)
- Systèmes IoT et cyber-physiques
- Internet

Applications distribuées

- Applications web
- Applications mobile
- Applications IoT (villes intelligente, usines intelligentes)
- Applications liées à la 5G (voitures autonomes etc.)

Challenges techniques et scientifiques

- Création de systèmes complexes difficiles à maîtriser
- Vérification
  - coordination des différents composants
  - pas de d'inter-blocage
- Nommage et découverte automatique des composants
- Consistance des données entre les différents composants, réplication
- Sécurité
- Tolérance aux pannes
- etc.

https://www.distributed-systems.net/index.php/books/ds3/

https://team.inria.fr/wide/team/michel-raynal/

Autres concepts associés

Local et réparti

- Local : événements ou actions arrivant à un unique endroit
- Réparti (ou distribué) : événements ou actions arrivant à plusieurs endroits

Dans une architecture distribuée, chaque composant peut être exécuté sur des ressources différentes réparties sur le réseau. Certaines de leurs actions sont locales mais d'autres sont communes et réparties entre les composants.

Machine1 : Action1 et Action 2

Machine2 : Action2 et Action3

Machine3 : Action3 et Action4

Séquentiel et parallèle

- Séquentiel : des actions ordonnées totalement en suivant un temps linéaire
- Parallèle : des actions ordonnées partiellement en suivant des temps parallèles

Dans une architecture distribuée, chaque composant exécute des actions qui lui sont propres, il y a donc nécessairement du parallélisme entre les actions des différents composants.

Composant1 : Action1 $\rightarrow$ Action2 $\rightarrow$ Action 3 $\rightarrow \cdots \rightarrow$ ActionN

Composant2 : Action1' $\rightarrow$ Action2' $\rightarrow$ Action3'

Concurrence

On parle de concurrence lorsque le parallèle doit devenir séquentiel, autrement dit lorsque l'on a besoin d'une coordination temporelle entre les actions.

Par exemple lorsque 2 actions parallèles accèdent à la même ressource.

$\rightarrow$ nécessité d'accès entrelacés à la ressource, ce qui revient à du séquentiel

Mémoire partagée et distribuée

- Une mémoire est partagée lorsque le même adressage mémoire est utilisé entre plusieurs processus, composants, agents etc.
  - Ex : architecture multi-core et RAM de nos ordinateurs
  - Pas de communication nécessaire entre les éléments qui accèdent à la ressource mais une coordination est obligatoire pour conserver des informations cohérentes
  - Problème de concurrence
- Une mémoire est distribuée lorsque l'adressage mémoire est différent pour les processus, composants, agents etc.
  - Ex : plusieurs machines sur un réseau
  - Besoin de faire communiquer les éléments pour accéder à une ressource distante
  - Echange de messages

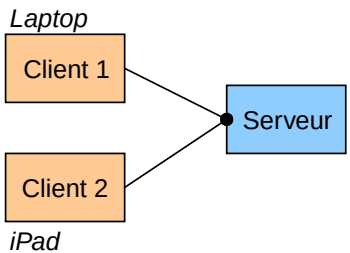
Dans cette UE nous nous intéressons à des mémoires distribuées et au passage de messages entre les composants

Communications synchrones et asynchrones

- Une communication synchrone nécessite que les éléments concernés par la communication soient prêts à communiquer en même temps
  - synchronisation temporelle des entités distribuées
- Une communication asynchrone permet aux éléments concernés par la communication de continuer ce qu'ils ont à faire en attendant que l'information utile leur soit transmise
  - notion d'émetteur et de récepteur
  - une abscence de synchronisation temporelle ne signifie pas une abscence de dépendance (attente d'une information)

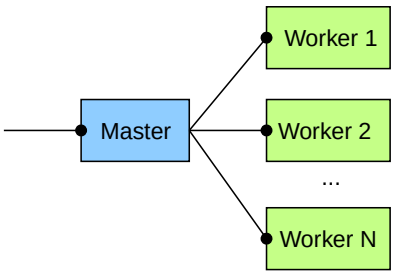
Quelques grands types d'architectures distribuées

Architecture Client/Serveur



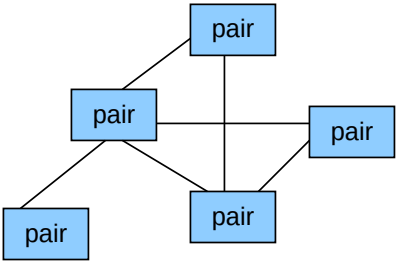
- Séparation entre les composants qui
  - consomment des ressources ou services
    - clients
  - fournissent des ressources ou services
    - serveurs
- Très classique et très utilisé
  - Ex. architectures client/serveur : Google drive, Dropbox etc.

Architecture Master/Worker



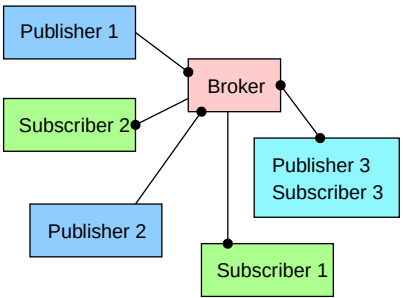
- Separation du travail entre les composants qui
  - travaillent : workers
    - réception de tâches
    - exécution de tâches
    - notification de fin de tâche
  - coordonnent le travail des workers : masters
    - réception des requêtes
    - division du travail en tâches
    - distribution des tâches aux workers
- Ici on se place plutôt côté serveur
- Attention diviser le travail n'est pas trivial !
- Ex. d'architecture master/worker: Apache Spark

Architecture pair-à-pair (p2p)



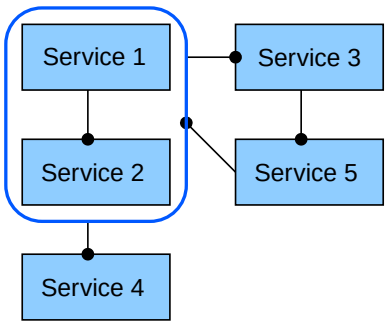
- Séparation du travail ou des ressources
- Pas de privilèges : tous les pairs sont identiques
  - fournir et consommer des ressources
  - mais il y a souvent une notion de leader pour permettre les connexions de nouveaux pairs à un réseau p2p
- On parle d'architecture complètement décentralisée
- Architecture popularisée dans les années 2000
  - Napster : partage décentralisé de fichiers musicaux
- Très tolérant aux pannes
  - pas de point central, le leader peut être changé

Architecture à événements



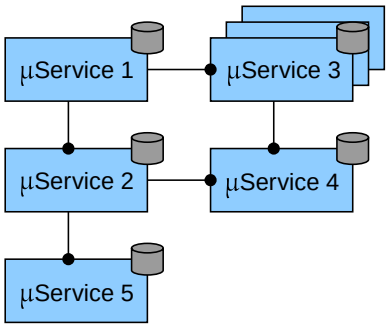
- Les composants sont tous vus comme des éléments qui
  - envoient des événements sur leurs activités locales : publisher
  - s'abonnent et recoivent des événements des autres composants : subscriber
- Pas de communication et d'appels direct entre les composants mais il faut savoir à quels événement s'abonner
- Gestion tierce des événements et de leur diffusion : broker
- Ex. technos : Scala Akka, systèmes de publish-subscribe
- Ex. architectures événements : IoT

Architecture orientée services (SOA)



- Les composants sont considérés comme des services
- Chaque service peut utiliser d'autres services
  - dépendances entre services
  - hiérarchie de services
- Les services sont vus comme des boîtes noires
  - Concepts de courtier entre services
  - Concept de découverte de services
  - Concept d'interfaces ou de contrat pour savoir ce qu'offre un service

Architecture micro-services



- Très largement hérité du SOA
- Architecture dite "Cloud native"
  - se prête très bien à la conteneurisation
  - se prête très bien au déploiement sur le Cloud
- "micro" ne veut pas forcément dire petit
  - un micro-service peut être conséquent
  - mais un micro-service est difficilement découpable en sous éléments
- Dépendances plates, pas de hiérarchie
- Même besoins qu'en SOA : découverte, interfaces etc.
- Ex. Architectures micro-services : Netflix, Twitter

Architecture serverless ?

Ce terme est plutôt lié en particulier au Cloud [UE Cloud A3]

Attention ! Ca ne veut pas dire qu'il n'y a pas de serveurs !

- Serveurs gérés par une tierce partie
- Eviter à l'utilisateur de gérer le backend
- 2 services types dans le Cloud :
  - FaaS : Function-as-a-Service
  - BaaS : Backend-as-a-Service (BD, security etc.)
- Ex. technos : AWS lambda, Google Cloud functions

Combinaison des architectures distribuées

Certaines de ces architectures sont compatibles les unes avec les autres !

Exemples

- On peut avoir une architecture pair-à-pair qui utilise un système événementiel
- On peut avoir une architecture micro-services avec du client serveur ou du master/worker
  - Ex : dropbox

Et cette UE ?

Focus de cette UE

Les architectures orientées micro-services !

Pourquoi ?

- Très répandu et apprécié des entreprises
  - Web
  - IoT
  - Cloud
- Flexible et évolutif
- Séparation claire entre le développeur, le DevOps et l'opérateur
- Grand nombre d'outils pour gérer des applicattions micro-services
  - Docker, DockerCompose [UE DevOps A2]
  - Kubernetes [UE DevOps A2]
- Compatible avec les autres architectures

Focus sur le concept d'API

- API = Application Programming Interface
- Interfaces permettant de savoir ce que fournit un micro-service
- Contrat entre le fournisseur et le consommateur de services
- C'est l'API qui permet de découpler les différents services

Ce que nous allons faire ensemble

- Concevoir et implémenter une application suivant une architecture micro-services en Python
- Définir différents type d'interfaces pour les micro-services
- Documenter les interfaces

Ce que vous allez voir en plus

Et en plus

- Utiliser Docker et DockerCompose
- Développer un projet complet en Go
- Utiliser une base de données NoSQL

Déroulement de l'UE

5 premières séances 1/2

Les TPs sont fait par groupes de 2 personnes et seront évalués

- [28/09/22] API REST et OpenAPI
  - Cours et tutoriels
  - Mise en place des environnements de travail
  - TP pour les plus rapides
- [30/09/22] TP REST
- [04/10/22] RPC et gRPC
  - Quizz sur REST et OpenAPI
  - Cours et tutoriel
  - TP gRPC

5 premières séances 2/2

- [07/10/22] GraphQL
  - Quizz sur RPC et gRPC
  - Cours et tutoriel
  - TP GraphQL
- [11/10/22] Finalisation et rendus
  - Quizz sur GraphQL
  - Fin des TPs
  - mise au propre et commentaires des Codes

5 dernières séances - Projet

- Développer un système de collecte et de restitution de données
- Patron de communication publish/subscribe avec MQTT
- Base de données noSQL REDIS
- Programmation des micro-services en Go
- Animé par un intervenant extérieur : Laurent Guerin (Capgemini France)

Séances du projet

1. Cours et Projet
2. Cours et projet
3. Cours et projet
4. Séance en autonomie
5. Soutenances
    - évaluées par Laurent Guerin et Thomas Ledoux

Compétences évaluées

- CG1 : Comprendre et analyser, synthétiser un problème et/ou une situation complexes
  - → Quizz
- CG2 : Résoudre un problème complexe en alliant théorie et pratique
  - → Codes des TPs
- CG3 : Concevoir et réaliser des systèmes et des organisations
  - → Codes du projet
- CG9 : Communiquer
  - → Soutenances

Illustration par TD

Parallèle entre un système distribué et la vrai vie :

TD sur un magasin de Pizza !