



CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

Méthodes de diagnostic

Méthodes basées sur les connaissances

- Systèmes à base de règle (système expert,...)
- AMDEC
- Arbre de défaillance

Méthodes basées sur le traitement de données

- Reconnaissance de forme (Réseau Bayésien, analyse discriminante, classification à support vector...)
- Réseau de neurones
- Logique floue

Méthodes basées sur les modèles

Modèles quantitatifs

- Espace de parité
- Estimation d'état (observateur, filtre de Kalman,...)
- Estimation paramétrique

Modèles qualitatifs

- Expressions logiques
- Réseau de petri, Automates, ... (abstraction de la dynamique continue)

CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

APPROCHES BASEES SUR LA CONNAISSANCE

Ce type d'approche utilise une **connaissance explicite de relations causales** entre les **symptômes, les défauts et les défaillances**.

Cette approche associe directement un symptôme à un défaut qui en est la cause.

La connaissance n'est pas extraite d'un modèle explicite structurel ou de comportement du système. Elle est souvent acquise durant la phase de conception et provient d'une **analyse fonctionnelle et structurelle** du système.

Cette connaissance, qui se présente sous la forme d'associations entre effets et causes, est dite **externe** ou de **surface**.

1- ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE ET DE LEURS EFFETS

C'est une méthode **inductive** (*de la cause vers l'effet*) qui consiste, pour un système et une défaillance donnée, à étudier de façon détaillée les effets (ou les conséquences) de cette défaillance sur le système lui-même et/ou son environnement.

des tableaux d'AMDE(C) à *des fins de diagnostic* conduit à utiliser une procédure **abductive**. Supposant qu'un système est défaillant, une démarche abductive consiste à rechercher les causes pouvant expliquer les effets observés de cette défaillance.

CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

APPROCHES BASEES SUR LA CONNAISSANCE

2- ARBRE DE DEFAILLANCE

Les arbres de défaillance sont créés à l'aide d'une procédure **déductive** (*de l'effet vers la cause*) optimisée qui détermine des chemins critiques dans un système. Les chemins critiques dans un système correspondent aux diverses combinaisons possibles d'événements qui entraînent la réalisation d'un événement indésirable unique (événement de défaut entraînant une panne du système).

La procédure qui utilise les arbres de défaillance à des *fins de diagnostic* est **abductive**, elle se focalise d'abord sur les événements indésirables pour identifier ensuite leurs causes.

Un arbre de défaillance est établi sous la forme d'un diagramme logique et comporte au sommet **l'événement indésirable**. Les causes immédiates qui produisent cet événement sont ensuite hiérarchisées à l'aide de symboles logiques « **ET** » et « **OU** ».

CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

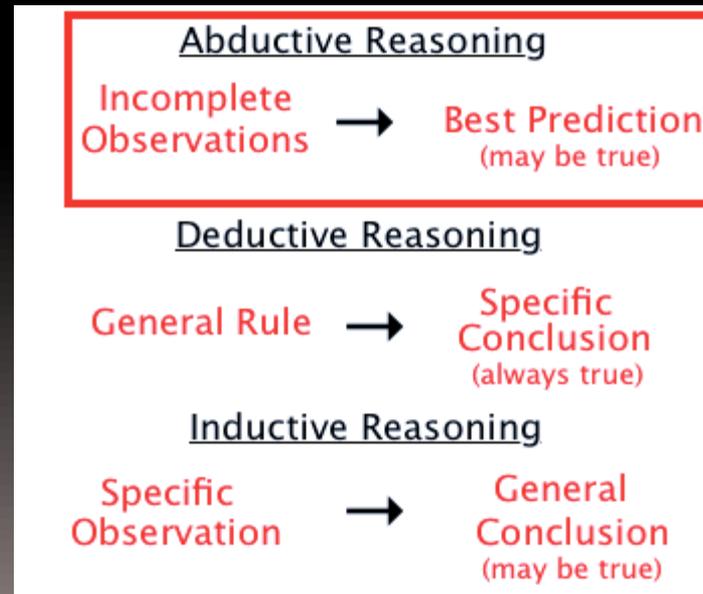
APPROCHES BASEES SUR LA CONNAISSANCE

Abductive reasoning (abductive approach)

Abductive reasoning, also referred to as abductive approach is set to address weaknesses associated with deductive and inductive approaches. Specifically, deductive reasoning is criticized for the lack of clarity in terms of how to select theory to be tested via formulating hypotheses. Inductive reasoning, on other hand, criticized because “no amount of empirical data will necessarily enable theory-building” .

Abductive reasoning, as a third alternative, overcomes these weaknesses via adopting a pragmatist perspective.

The figure below illustrates the main differences between abductive, deductive and inductive reasoning



CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

APPROCHES BASEES SUR LA CONNAISSANCE

3- SYSTEMES EXPERTS

Les systèmes experts sont des outils de l'intelligence artificielle, utilisés lorsqu'aucune méthode algorithmique exacte n'est disponible ou possible.

La propriété principale de ces systèmes est de **pouvoir représenter et restituer les connaissances acquises par un expert**. Dans la plupart des cas, les connaissances utilisées pour le développement d'un système expert d'aide au diagnostic, reposent sur **l'apprentissage des relations entre les causes et les effets observés pour chaque défaillance du système**.

Un système expert est **composé de deux parties** indépendantes.

- **Une base de connaissance** qui est elle-même composée d'une **base de faits** qui contient les informations, les données concernant le cas traité et d'une **base de règles** connues qui modélisent la connaissance du domaine considéré.

- **Un moteur d'inférence** capable de raisonner à partir des informations contenues dans la base de connaissance et de *faire des déductions*.

Le moteur d'inférence utilise les données et les règles pour produire de nouvelles données.

Le rôle d'un système expert est donc d'inférer des règles du type :

SI [A="vrai"] ET [A implique B] ALORS [B="vrai"]

si **A** est vrai (*fait ou prémisses*) et si on sait que **A implique B** (*règle*) alors, **B est vrai** (*nouveau fait ou conclusion*).

Au fur et à mesure que les règles sont appliquées, des nouveaux faits se déduisent et se rajoutent à la base de faits.

CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

APPROCHES BASEES SUR LE TRAITEMENT DE DONNEES

Dans ces méthodes, les seules informations disponibles sont les **signaux issus des capteurs** positionnés sur le système.

Les capteurs sont supposés fiables et leurs valeurs correctes.

L'objectif de ces méthodes est d'associer un ensemble de mesures à des états de fonctionnement connus du système.

Ces approches font appel à des **méthodes de reconnaissance de formes** qui utilisent des **techniques d'apprentissage numérique et de classification** afin d'établir un modèle de référence du système fondé sur l'expérience (exploitation des données, des mesures sous la forme d'historique).

Le modèle établi ne provient donc pas d'une spécification du système durant la phase de conception et ne repose pas sur une connaissance physique du système. Ce modèle de référence saisit le comportement normal du système et est utilisé pour la détection et le diagnostic.



CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

APPROCHES BASEES SUR LE TRAITEMENT DE DONNEES

Un **prétraitement** des signaux issus des capteurs permet d'établir les variables les plus pertinentes pour déterminer les états de fonctionnement du système et d'éliminer les bruits possibles à l'aide de techniques de filtrage.

Les méthodes de **reconnaissance de formes** consistent à reconnaître des formes parmi différentes possibilités à partir d'observations bruitées dans le but d'*identifier les états du système* (état de fonctionnement normal, état de défaillance, ...).

Un **prototype** est défini par des valeurs précises de l'ensemble des paramètres (ou caractéristiques) d'une situation particulière (défaillance).

L'objectif d'une **méthode de classification** est d'**identifier** à partir de mesures du système les différentes **classes** en regroupant les données qui ont des valeurs de paramètres (caractéristiques) similaires. Ces classes contiennent l'information qui caractérise les états et les défaillances du système et sont **représentées par leur prototype** qui définit le mode de fonctionnement du système :

Classe x_1 → Prototype P_1 = « Fonctionnement normal »,

Classe x_2 → Prototype P_2 = « Mode défaut 1 »,

.....

Classe x_n → Prototype P_n = « Mode défaut n ».

Une fois les classes identifiées, la méthode de classification peut évaluer la **distance** entre une forme particulière et son prototype.

CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

APPROCHES BASEES SUR LE TRAITEMENT DE DONNEES

Des techniques d'apprentissage permettent d'établir les valeurs caractéristiques des paramètres de chaque classe et d'évaluer le prototype associé aux nouvelles observations dans le but de déterminer l'état de fonctionnement du système.

techniques couramment utilisées : la reconnaissance de formes par **réseaux de neurones** et la reconnaissance de formes par la **logique floue**.

1- TECHNIQUES NEURONALES

Un réseau de neurones est un modèle de calcul dont la conception est inspirée du fonctionnement des *vrais neurones*. Ils sont utilisés pour la classification des données et des formes. Les réseaux de neurones sont optimisés par des méthodes d'apprentissage par expérience . Les poids des neurones sont ajustés lorsqu'on leur présente de nouvelles données (observations) à traiter.

2- TECHNIQUES FLOUES

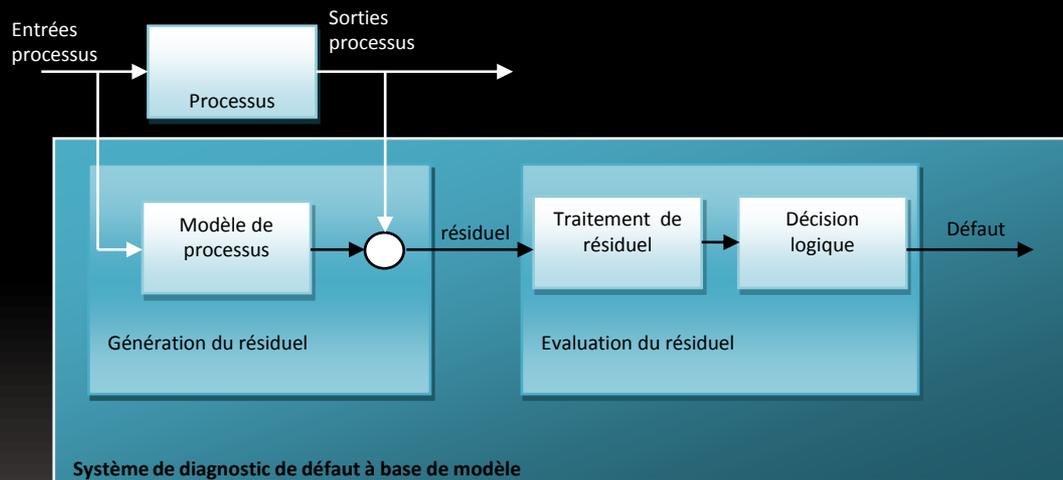
A l'inverse de la logique booléenne, la logique floue **associe à une donnée un degré d'appartenance** à un ensemble qui peut être différent d'un état booléen **0** ou **1**.

Le modèle de référence utilisé par ces méthodes de classification est le résultat d'un processus d'apprentissage. Aucune garantie ne peut être donnée quant à la complétude, la cohérence et la précision du modèle. De plus, la phase d'apprentissage nécessite qu'un grand nombre de données soient disponibles (données collectées à partir des mesures réelles).

CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

APPROCHES A BASE DE MODELES

La méthode de diagnostic s'appuie sur la *comparaison du comportement réel observé sur le système physique avec le comportement prédit à l'aide de modèles*. La détection d'incohérences permet de conclure sur l'occurrence de défaut dans le système. Un modèle de dysfonctionnement (modèle de défaut) permet de localiser les défauts et éventuellement de les identifier.



Approche à Base de Modèles

CLASSIFICATION DES METHODES DE DIAGNOSTIC

APPROCHES A BASE DE MODELES

Deux principales approches peuvent se distinguer dans les méthodes de diagnostic à base de modèles.

L'approche **FDI** « **Fault Detection and Isolation** » issue de la communauté automatique utilise des modèles **quantitatifs** pour décrire le modèle de comportement du système. Des équations algèbro-différentielles permettent de représenter le comportement continu du système avec une certaine précision numérique.

L'approche **DX**, fondée sur une théorie logique du diagnostic, provient de la communauté de l'intelligence artificielle. Elle utilise des modèles **qualitatifs** qui permettent de représenter de manière efficace les interactions entre composants ou systèmes.

Pour l'approche FDI pour obtenir les expressions analytiques des **résidus**, plusieurs techniques peuvent être utilisées :

- des **relations de parité**,
- des **observateurs**,
- des **filtres de détection**.

D'autres méthodes s'intéressent plutôt à **l'estimation de paramètres** pour la détection de défaut

Pour **localiser les défauts**, différents types de résidus sont générés : les **résidus structurés** (propriétés booléennes) et les **résidus directionnels** (propriétés géométriques).



FIN
FIN