

POLITECNICO DI MILANO
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica
Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria



LA MANUTENZIONE DELLE APPARECCHIATURE BIOMEDICHE NELL'ERA DELLE TECNOLOGIE DIGITALI

Relatore: Prof. Veronica Cimolin

Correlatore: Ing. Daniela Motta

Tesi di Laurea di:
Francesco Raffaele Tranquillo, matricola 905980

Anno Accademico 2018-2019

Spazio per dedica

Sommario

Il sommario deve contenere 3 o 4 frasi tratte dall'introduzione di cui la prima inquadra l'area dove si svolge il lavoro (eventualmente la seconda inquadra la sottoarea più specifica del lavoro), la seconda o la terza frase dovrebbe iniziare con le parole “Lo scopo della tesi è...” e infine la terza o quarta frase riassume brevemente l'attività svolta, i risultati ottenuti e eventuali valutazioni di questi.

Abstract

The abstract must contains 3 or 4 sentences from the introduction. The first one should be related to the area of the study, with the second one more, possibly, specific about the same area. The third one should start with the formula: “The goal of this dissertation is...”. Finally, the fourth sentence should be a brief summary of the activity, with the relatives results and possible evaluation of the same.

Indice

Sommario	I
Abstract	II
1 Manutenzione predittiva	1
1.1 Origine storica e inquadramento normativo	1
1.1.1 Industria 4.0 e tecnologie emergenti	1
1.1.2 Il contesto normativo	2
1.2 Metodi analitici di predizione	3
Bibliografia	4

Elenco delle figure

Elenco delle tabelle

1 Manutenzione predittiva

In questo capitolo verranno prima trattati gli aspetti teorici relativi alla manutenzione predittiva e successivamente le reali possibilità di applicazione della stessa nella realtà ospedaliera della ASST di Vimercate.

Tra gli aspetti teorici trattati, la prima parte sarà dedicata all'inquadramento storico e quello normativo italiano che definisce la manutenzione predittiva. La seconda parte si concentrerà sulle metodiche di analisi utilizzate in manutenzione predittiva.

Nella seconda parte del capitolo verrà descritto l'iter perseguito, durante i mesi di tirocinio, al fine di individuare ipotetiche soluzioni di manutenzione predittiva da implementare nell'ospedale di Vimercate, definendo i risultati ottenuti a fronte dei limiti incontrati.

1.1 Origine storica e inquadramento normativo

1.1.1 Industria 4.0 e tecnologie emergenti

La storia della manutenzione predittiva è intrinsecamente legata a quella della quarta rivoluzione industriale la quale, a sua volta, si configura come uno sviluppo della terza rivoluzione industriale, definita come rivoluzione digitale. Quest'ultima, iniziata negli anni 80 del secolo scorso, è caratterizzata dalle innovazioni tecnologiche che hanno permesso il "salto tecnologico" dalle tecnologie analogiche e dei dispositivi meccanici alle attuali tecnologie digitali, come ad esempio il pc (personal computer), internet e in generale la branca degli argomenti di interesse della ICT (information and communications technology). In questo contesto, la quarta rivoluzione industriale nasce proprio da queste innovazioni tecnologiche ed è caratterizzata dall'evoluzione di tecnologie emergenti il cui impatto sulla società e sulla qualità della vita non ha uguali in tutta la storia umana. Tra le tecnologie emergenti rientrano la robotica, la nanotecnologia, i computer quantistici, la medicina rigenerativa, l'Industrial Internet of Things, la domotica e l'intelligenza artificiale applicata in svariati campi (per esempio automazione industriale, diagnostica per immagini, business intelligence e analisi di big data).

Con questa premessa, si intuisce come la manutenzione predittiva sia diretta conseguenza di un' applicazione sinergica delle sopracitate tecnologie. Essa si appropria infatti di metodiche caratteristiche di diversi campi al fine di determinare lo stato di salute di una tecnologia per prevedere l'istante temporale ottimale in cui condurre le operazioni di manutenzione e quindi il tempo residuo prima di un guasto.

Tra queste metodiche rientra ad esempio l'utilizzo di tecnologie IoT: infatti la valutazione dello stato di salute di un ipotetico parco macchine viene effettuata tramite l'utilizzo di una rete di sensori in grado di comunicare l'andamento nel tempo di alcune variabili di interesse (monitoraggio online). Oppure ancora, come il nome stesso suggerisce, la componente "predittiva" è affidata a più o meno sofisticati, a seconda del contesto, algoritmi di artificial intelligence basati a loro volta sull'applicazione di tecniche di machine learning in grado, in questo caso, di analizzare e predire l'evoluzione di serie temporali sia in modo semi-automatico (apprendimento supervisionato) sia in modo totalmente automatico (apprendimento non supervisionato).

1.1.2 Il contesto normativo

Dal punto di vista normativo, la definizione di manutenzione predittiva viene delineata, a livello europeo, nella EN 13306 dove, nella versione attualmente in vigore (EN 13306:2017) essa viene definita come: *"Condition based maintenance carried out following a forecast derived from repeated analysis or known characteristics and evaluation of the significant parameters of the degradation of the item"*[1].

La stessa viene recepita in Italia con la UNI EN 13306:2018, secondo la quale per "manutenzione predittiva" si intende: *"Manutenzione su condizione eseguita in seguito a una previsione derivata dall'analisi ripetuta o da caratteristiche note e dalla valutazione dei parametri significativi afferenti il degrado dell'entità"*[2]. Dove, sempre secondo la stessa norma, la manutenzione su condizione è definita come: *"Manutenzione preventiva che comprende la valutazione delle condizioni fisiche, l'analisi e le possibili azioni di manutenzione conseguenti"*.

La "valutazione", sempre secondo la sopracitata norma, può avvenire mediante diverse modalità tra le quali:

- Osservazione dell'operatore
- Ispezione
- Collaudo
- Monitoraggio delle condizioni dei parametri del sistema

Tutte queste modalità vengono intese come “svolte secondo un programma, su richiesta o in continuo”.

Riassumendo, quindi, la manutenzione predittiva si configura come un caso “avanzato” di manutenzione preventiva, che mira alla minimizzazione dei tempi di fermo macchina grazie all'applicazione di analisi predittive, con lo scopo di predire, con una certa accuratezza, il tempo rimanente prima di un successivo “guasto” della macchina in esame.

1.2 Metodi analitici di predizione

Esistono fondamentalmente tre tipologie di domande alle quali la manutenzione predittiva cerca di dare risposta. Definiamo queste domande come Use Case, per indicare la tipologia di problema che si vuole affrontare.

Il primo Use Case rappresenta un classico problema di classificazione. Per problema di classificazione si intende l'identificazione della classe di appartenenza di nuove osservazioni, sulla base di un training set di dati che contengono istanze (osservazioni) la cui appartenenza alle classi in esame è nota.

Bibliografia

1. Schmidt, B., Sandberg, U., & Wang, L. (n.d.). NEXT GENERATION CONDITION BASED PREDICTIVE MAINTENANCE, 8.
2. Maccarelli, M. (n.d.). Manutenzione: tutte le definizioni delle norme di riferimento. *Certifico Srl*. <https://www.certifico.com/normazione/173-documenti-riservati-normazione/documenti-estratti-norme/3135-manutenzione-tutte-le-definizioni-delle-norme-di-riferimento>.