

PSC 2008 - Gruppo 3: Abstract

autori: Picco, Prendin, Vanti.

1 dicembre 2008

Progetto n.2: Localizzazione e tracking distribuito tramite una rete di sensori wireless utilizzando tecniche non-parametriche.

Il progetto ha come scopo la determinazione della posizione di un nodo mobile tramite la conoscenza della misura della potenza rilevata da sensori fissi preposti nell'ambiente e grazie anche alla conoscenza di un training set di misure di potenza-posizioni effettuate precedentemente.

Schematizzando il nostro sistema come segue:

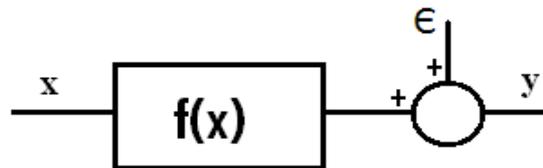


Figura 1: Schema generale del sistema in esame.

dove x è la posizione del nodo mobile, y è la potenza misurata dai sensori fissi nell'ambiente ed ϵ è rumore bianco Gaussiano $\epsilon \sim \mathcal{N}(0, \sigma_n^2)$.

Il nostro obiettivo è determinare una funzione $g(y) = f^{-1}(x) : \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}^2$ che dato in ingresso il valore della potenza misurata dai sensori fissi stimi il valore della posizione corrente x del nodo mobile. Per la costruzione della funzione si usa un approccio bayesiano, quindi fissata una probabilità a priori e un insieme di dati (training set) che legano la posizione del nodo mobile alla misura di potenza rilevata dai sensori, si ricava la probabilità a posteriori sulla posizione.

Il modello di regressione utilizzato è il seguente:

$$f(x) = \phi(x)^T w, \quad y = f(x) + \epsilon$$
$$w \sim \mathcal{N}(0, \Sigma_p)$$

L'approccio bayesiano ricava la probabilità a posteriori come:

$$\text{probabilità posteriori} = \frac{\text{verosimiglianza} \cdot \text{probabilità priori}}{\text{verosimiglianza marginalizzata}}$$

dove la verosimiglianza è la probabilità di ottenere i dati campione posto che i parametri abbiano la distribuzione a priori specificata.

Poichè dalla teoria è noto che se l'uscita e l'ingresso di un processo sono congiuntamente gaussiani (il che si traduce nella formula di bayes ad avere probabilità a priori e verosimiglianza gaussiane) lo stimatore a minima varianza d'errore è una funzione lineare delle uscite, introduciamo il concetto di Processo Gaussiano di una funzione $f(\mathbf{x})$: in particolare andiamo a definire:

$$\begin{aligned} m(\mathbf{x}) &= E[f(\mathbf{x})], \\ k(\mathbf{x}, \mathbf{x}') &= E[(f(\mathbf{x}) - m(\mathbf{x}))(f(\mathbf{x}') - m(\mathbf{x}'))] \end{aligned}$$

Il nostro scopo sarà quindi quello di costruire diversi stimatori andando a modificare le covarianze k (quindi andando a modificare la funzione $\phi(x)$ nel modello di regressione) e determinare il migliore in base ai risultati ottenuti discutendo anche la variazione delle prestazioni in ogni stimatore al variare degli iperparametri presenti in ogni funzione covarianza.

Le funzioni covarianze k^* più comuni sono: Gaussiana, Matern, esponenziale gamma, razionale quadratica, polinomiali continue a tratti a supporto compatto.

In un primo momento il progetto in esame farà uso, per la costruzione degli stimatori, di dati (training set) ottenuti presso i laboratori NavLAB di Legnaro, in particolare sarà nostro compito dividere tali dati in due insiemi: training set e validation set dove il primo serve per identificare il modello ed il secondo per valutarne la prestazione. La seconda parte del progetto sarà quello di studiare e realizzare una campagna di raccolta di misure all'interno del DEI, identificare un nuovo modello e possibilmente verificarne l'efficacia valutando il tracking di un nodo mobile incognito.

Una nota pratica: al fine di stimare la posizione del nodo mobile, quest'ultimo comunica con i nodi fissi (ancora) inviando ininterrottamente pacchetti attraverso un'interfaccia wireless. In linea teorica l'intensità del segnale ricevuto dal nodo ancora i al nodo mobile risulta proporzionale alla distanza tra di essi. Nella realtà invece risulta difficile riscontrare tale proporzionalità in quanto i segnali sono affetti da rumore, interferenze ed è inoltre necessario tenere conto dei fenomeni di riflessione dell'onda elettromagnetica su pareti ed eventuali ostacoli.