進捗報告

原田　圭

平成 29 年 12 月 20 日

1 Problem Description

以下に本論文で扱う問題の定義を行う．地理空間情報を持った m 台のセンサの集合を $\boldsymbol{S} = \{s_1, s_2, \ldots, s_m\}$ とする．各センサ $s_i \in \boldsymbol{S}(1 \leq i \leq m)$ は位置 l_i に設置されている．また属性 $a_i \in \boldsymbol{A}, \boldsymbol{A} = \{a_1, a_2, \ldots, a_p\}$ を持つ．s_i は時間領域 $\boldsymbol{T} = \langle t_1, t_2, \ldots, t_n \rangle$ 上の各 t_j において a_i に対応する値を測定する．ここで $t_j(1 \leq j \leq n)$ はタイムスタンプを表し，これらは等間隔であるものとする．タイムスタンプ t_j における s_i の測定値を $s_i[t_j]$ と定義する．さらに測定値の変化率を式 (1) のように定義する．

$$r_i[t_j] = \frac{s_i[t_{j+1}] - s_i[t_j]}{t_{j+1} - t_j} \tag{1}$$

定義 1 (**evolving**) しきい値 $\Theta = (\theta^+, \theta^-)$ が与えられたとき $r_i[t_j] \geq \theta^+$ である場合 s_i は t_j で正の *evolving* であるという．また $r_i[t_j] \leq \theta^-$ である場合 s_i は t_j で負の *evolving* であるという．

定義 2 (**evolving 区間**) センサ s_i における $\boldsymbol{T}$ 内の連続的な部分区間 $\boldsymbol{I} = \langle t_j, t_{j+1}, \ldots, t_{j+l} \rangle$ に対して，$t_j, t_{j+1}, \ldots, t_{j+l}$ が全て正の *evolving*，あるいは全て負の *evolving* である場合，$\boldsymbol{I}$ を *evolving* 区間と呼ぶ．$t_j, t_{j+1}, \ldots, t_{j+l}$ が全て正の *evolving* であるとき，$\boldsymbol{I}$ を正の *evolving* 区間と呼ぶ．また負の *evolving* であるとき，$\boldsymbol{I}$ を負の *evolving* 区間と呼ぶ．

本研究の目的は地理的に近いセンサ集合に対して属性間の相関を発見することである．そこでセンサ集合 $\boldsymbol{S}$ が与えられたとき，地理的に近い関係にある $\boldsymbol{S}$ の部分集合および同じ属性をもつ $\boldsymbol{S}$ の部分集合を以下のように定義する．

定義 3 (近傍集合) しきい値 h と $\boldsymbol{S}$ の部分集合 $\boldsymbol{G} \subseteq \boldsymbol{S}$ が与えられたとき，$\forall s \in \boldsymbol{G}, \exists s' \in \boldsymbol{G} - \{s\}\ s.t.\ dist(s, s') \leq h$ であるならば $\boldsymbol{G}$ は地理的に近い関係にあるセンサ集合であると定義する．このとき $\boldsymbol{G}$ を近傍集合と呼ぶ．ここで $dist(s, s')$ は s と s' の空間的な距離を表す．

定義 4 (同属性集合) センサの属性 a と $\boldsymbol{S}$ の部分集合 $\boldsymbol{S}_a \subseteq \boldsymbol{S}$ が与えられたとき，$\forall s \in \boldsymbol{S}_a$ が同じ属性 a をもつならば，$\boldsymbol{S}_a$ を a の同属性集合と呼ぶ．

定義 5 (近傍同属性集合) 属性 a の同属性集合 $\boldsymbol{S}_a$ の部分集合 $\boldsymbol{G}_a \in \boldsymbol{S}_a$ が与えられたとき，$\boldsymbol{G}_a$ が近傍集合であるならば，$\boldsymbol{G}_a$ を近傍同属性集合と呼ぶ．

定義 6 (空間的な共起) 近傍集合を $\boldsymbol{G}$，$\boldsymbol{G}$ 内のセンサ $s_i \in \boldsymbol{G}$ が $t_j \in \boldsymbol{T}$ で $evolving$ であるためのしきい値を Θ とする．あるタイムスタンプ t_j に対して，$\forall s_i \in \boldsymbol{G}, r_i[t_j] \geq \theta^+$ であるとき t_j は Θ に正で共起するといい，$t_j \xrightarrow{+} \Theta$ と表す．また $\forall s_i \in \boldsymbol{G}, r_i[t_j] \leq \theta^-$ であるとき t_j は Θ に負で共起するといい，$t_j \xrightarrow{-} \Theta$ と表す．正または負で共起するタイムスタンプの集合を $E(\boldsymbol{G}) = \{t_j \in \boldsymbol{T} | t_j \xrightarrow{+} \Theta \vee t_j \xrightarrow{-} \Theta\}$ と表す.

定義 7 (属性間の空間的な共起) 二つの近傍同属性集合 $\boldsymbol{G}_{a_1}, \boldsymbol{G}_{a_2} (a_1 \neq a_2)$ について $s_i \in \boldsymbol{G}_{a_1}$ が $t_j \in \boldsymbol{T}$ で $evolving$ であるためのしきい値を Θ_{a_1}，$s_i \in \boldsymbol{G}_{a_2}$ が $t_j \in \boldsymbol{T}$ で $evolving$ であるためのしきい値を Θ_{a_2} とする．$\boldsymbol{G}_{a_1} \cup \boldsymbol{G}_{a_2}$ が近傍集合であるとき，$P_{a_1,a_2} = \{t_j \in E(\boldsymbol{G}_{a_1}) \cap E(\boldsymbol{G}_{a_2}) | (t_j \xrightarrow{+} \Theta_{a_1} \wedge t_j \xrightarrow{+} \Theta_{a_2}) \vee (t_j \xrightarrow{-} \Theta_{a_1} \wedge t_j \xrightarrow{-} \Theta_{a_2})\}$ を $\boldsymbol{G}_{a_1}, \boldsymbol{G}_{a_2}$ 間の正の空間的な共起と呼ぶ．また $N_{a_1,a_2} = \{t_j \in E(\boldsymbol{G}_{a_1}) \cap E(\boldsymbol{G}_{a_2}) | (t_j \xrightarrow{+} \Theta_{a_1} \wedge t_j \xrightarrow{-} \Theta_{a_2}) \vee (t_j \xrightarrow{-} \Theta_{a_1} \wedge t_j \xrightarrow{+} \Theta_{a_2})\}$ を $\boldsymbol{G}_{a_1}, \boldsymbol{G}_{a_2}$ 間の負の空間的な共起と呼ぶ.

定義 8 (属性間の相関) 二つの近傍同属性集合 $\boldsymbol{G}_{a_1}, \boldsymbol{G}_{a_2} (a_1 \neq a_2)$ 間の正の空間的な共起を P_{a_1,a_2}，負の空間的な共起を N_{a_1,a_2} とする．しきい値 ψ が与えられたとき，$|P_{a_1,a_2}| \geq \psi$ であるならば，属性 a_1, a_2 間にセンサ群 $\boldsymbol{G}_{a_1}, \boldsymbol{G}_{a_2}$ 上で正の相関があるという．また，$|N_{a_1,a_2}| \geq \psi$ であるならば，属性 a_1, a_2 間にセンサ群 $\boldsymbol{G}_{a_1}, \boldsymbol{G}_{a_2}$ 上で負の相関があるという.