

GPS を用いた天気予測システムの研究開発

関西大学総合情報学部 正会員 田中 成典* 関西大学総合情報学部 正会員 古田 均*
三井建設株式会社 正会員 佐田 達典** 三井建設株式会社 正会員 高田 知典**
関西大学大学院 学生会員 内野 幸生*

1. まえがき

汎地球測位システム (GPS: Global Positioning System) は, 船舶や航空機などが運行中に位置を計測するための衛星航法システムである. 近年, GPS は測量分野で活用[1]されている. GPS 測量は, 高精度に 2 点間の斜距離, すなわち基線を測る事ができる. しかし, その計測結果には, 電波の遅れによる観測値の誤差が内在している. 観測の誤差要因として, 衛星の位置, 受信機の時計, 衛星に積まれている時計や, 電離層, マルチパス, そして大気中の水蒸気などによる電波遅延が考えられる. 水蒸気以外の誤差要因に関しては, ある程度誤差を除去することができる. ただし, 水蒸気に関しては, それが変幻自在な動態のため, 現在の技術では完全な把握はできていない.

そこで, 本研究では, 水蒸気によって変化する GPS の観測データに内在する誤差[2]を用いて, ニューラルネットワーク技術を併用することにより天気予測を逆同定するシステムの研究開発を目指す. さらに, 誤差と天気とを関係付けたネットワークの精度向上を模索する.

2. 予備実験計画

本研究では, 本実験を遂行するための準備段階として, GPS データから天気を逆同定するパイロットシステムの構築 (図 1) を試みる.

局所地域の天気短期予測を行うに当たって, 必要となるデータ項目を検討する必要がある. そこで, 本研究では, GPS データと天気予測の逆同定についての予備実験 (図 2) を



図 1 研究概要図

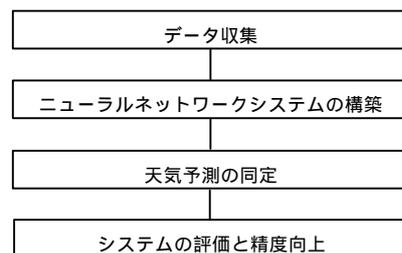


図 2 予備実験の工程

行う. まず, 約半年間を通じて, 同時刻同地点の GPS 測量を実施する. 次に, 水蒸気による GPS 電波の遅延により生じる斜距離のばらつき誤差と, 天気との関係をニューラルネットワークで関係付ける. さらに, GPS データと測量時の天気との逆同定を検証する. 実験に用いるデータは, 約半年間を通じてほぼ毎日, 午後 2 時から 1 時間測量を実施することによって収集する. 2 点間の斜距離, 基線ベクトルである dx, dy, dz, dh , 斜距離の品質精度を示すレシオ, 衛星配置指数である PDOP と, 測量時の天気について記録し, これらのデータを用いてパイロットシステムの開発を行う.

3. 天気予測システムの構築

入力項目に, 測量結果である斜距離, dx, dy, dz, dh , レシオ, PDOP をそして出力項目に, 測量時の天気情報を用いて, ニューラルネットワーク技術によってそれらとを関連付ける. ネットワークは, 階層型ネットワークを採用する. 入力デー

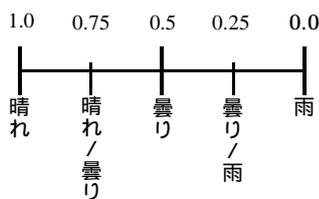


図 3 天気のファジィ量

表 1 項目毎のデータ数

天気の評価	実測データ数	採用データ数
晴れ	39	7
晴れ / 曇り	36	7
曇り	30	7
曇り / 雨	9	7
雨	7	7
合計	121	35

キーワード: 天気予測, GPS, 電波遅延, ニューラルネットワーク

*〒564-1095 大阪府高槻市霊仙寺2-1-1

(TEL)0726-90-2404

(FAX)0726-90-2491

**〒270-0132 千葉県流山市駒木518-1

(TEL)0471-40-5207

(FAX)0471-40-5218

タは、全て正規化した値とした。また、出力データは、図3に示すような晴れから雨の5段階で天気ファジィ量とした。

実験データは、1998年11月11日から1999年5月26日までの約半年間で収集した121データを用いて、項目毎のデータ数を統一してシステムを構築[3]した。天気項目ごとのデータ数を表1に示す。雨項目のデータ数が他の項目に対して少ないため、雨のデータ数になって天気項目のデータ数を統一した。

4. 晴れ・雨の解析結果

提案手法によって選出したデータ群を晴れ及び雨項目に限定し解析を試みる。雨項目にデータ数を統一した場合、解析に用いるデータは著しく少なくなる。そのため、解析結果の信憑性を確かめる必要がある。そこで解析には、学習データパターンと推定データパターンを対とした3組のデータパターンを用いた。

推定結果を図4(a)-(c)に示す。本パイロットシステムでは、晴れと雨項目をほぼ完全に推定できることがわかった。したがって、GPSデータと天気との関係を同定することができた。

5. 全天気項目による解析

天気ファジィ量を5段階にして、全天気項目での解析を行った。その推定結果を図5に示す。縦軸には推定結果のファジィ量を、横軸は天気ファジィ量を取った。また、平均二乗誤差と相関係数を併記した。

解析結果から約60%の割合でGPSデータから天気ファジィ量を逆同定することができるとわかった。したがって、本予備実験では、ある程度短期的な局所天気予測が可能であることがわかった。

6. あとがき

本研究では、予備実験によって収集したデータを用いて天気予測パイロットシステムの開発を行った。その結果、GPSデータから天気予測が可能であることがわかったが、三つの新たな課題が見出された。まず、データ数が少ないため、今後も継続して観測を行う必要がある。次に、予備実験においては、およそ100メートルの基線を計測したが、基線の解析結果のばらつきが非常に小さかった。本実験では、データに差を出すために、約600メートルの基線を考慮し計測する予定である。最後に、GPSデータだけから天気予測を行うには、限界があると考えられるため、天気を構成している気象要素(気温、気圧、湿度、風向、風速)についてもデータ収集を行う予定である。本実験では、さらに精度の良いシステムを構築できると考える。なお、本研究は関西大学総合情報学部「卒業研究2」の補助を得た。

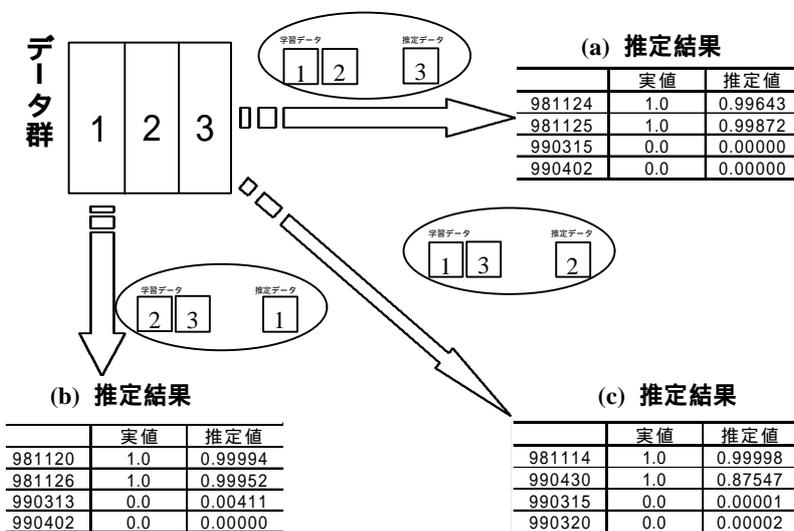


図4 晴れ・雨の解析結果

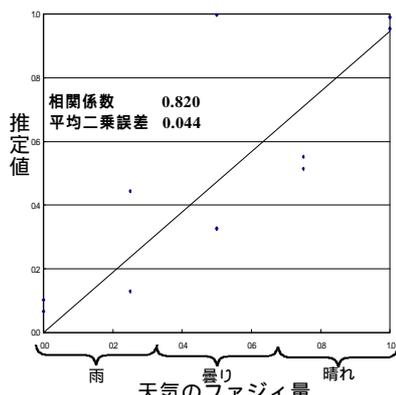


図5 推定結果

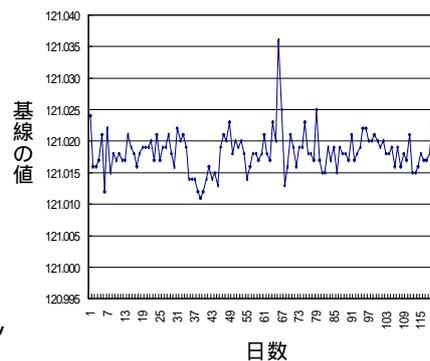


図6 実験における基線の値

参考文献

- [1] 土屋 淳, 辻 宏道: やさしいGPS測量, 日本測量協会, 1997.
- [2] 大谷 竜: GPS気象学への応用, 日本航海学会, 1999.
- [3] 田中 成典: 建設技術者のための知識情報処理の実践, 関西大学出版部, 1999.