

Daten Validierung mit Beispielen

K. E. Wolff (1), M. L. Richards (2), G. K. Hartmann (3), G. Kirchengast (4),
A. v. Engeln, J. Ramsauer, Ch. Jarchow, H. Heinrichs, W. Boogaerts

Formale Begriffsanalyse

Seit Adam den Apfel von Eva ergriff ...



...ist der Begriff des Begriffs in den Köpfen der Menschen :



Aristoteles führte die begriffliche Hierarchie ein...



... und Rudolf Wille, Professor an der Technischen Universität Darmstadt, führte im Jahre 1982 eine mathematische Theorie der begrifflichen Wissensverarbeitung ein, die er **Formale Begriffsanalyse** nannte. Darin wird der **Begriff des Begriffs** und die **begriffliche Hierarchie** einer binären Relation („Gegenstand hat Merkmal“) definiert. Die folgenden Liniendiagramme von Begriffsverbänden wurden automatisch mit dem Programm TOSCANA-CERNATO gezeichnet, das von der NaviCon GmbH Frankfurt erstellt wurde.



Prof. Dr. Karl Erich Wolff
FH Darmstadt

Einführung

Im Rahmen eines Forschungsprojekts am MPAE wurde die Formale Begriffsanalyse verwendet zur Visualisierung von Daten aus Ozon- und Wasserdampf-Messungen in der Erdatmosphäre. Hier werden Resultate aus der Begriffsanalyse der Ozon-Daten der ATLAS-3-Mission von 1994 vorgestellt.

Begriffliche Visualisierung von Ozon-Daten

Es wurden die Daten von 4752 Messungen der Ozon-Konzentration zwischen 17 und 80 km Höhe über 216 Punkten der Erdoberfläche mit dem Ziel ausgewertet, multidimensionale Abhängigkeiten zwischen den gemessenen Größen zu verstehen. Für eine sinnvolle begriffliche Interpretation müssen dazu geeignete Granularitäten eingeführt werden. Die gewählte Granularität für die Ozon-Konzentration wird durch gewisse Merkmale beschrieben, zum Beispiel $O_3 > 10$. Die Einteilung aller Ozon-Messungen nach diesen Merkmalen liefert den Begriffsverband in Figur 1. (Dort ist für jeden Begriff die Elementanzahl seines Umfangs angegeben. Je größer der Umfang eines Begriffs, desto dunkler ist die Farbe seines Kreises.)

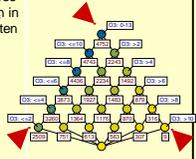


Abb. 1: Ozon-Konzentration

Lesebeispiel () im Liniendiagramm der Figur 1:
Unter den 4752 Ozon-Messungen sind 2509 Messungen mit einer Ozon-Konzentration unter 2 ppm und 9 Messungen über 10 ppm.

Sind Sie interessiert, mehr über die **Abhängigkeiten** der Ozon-Konzentration von der Höhe, Länge und Breite zu erfahren?

Hier ist die Abhängigkeit von der Höhe (Figur 2):
Bis zu 20 km Höhe gibt es 371 Messungen mit einer Ozon-Konzentration von höchstens 2 ppm. Die 9 Messungen mit einer Ozon-Konzentration über 10 ppm (aus Figur 1) kann man in Figur 2 wieder erkennen unter dem Begriff $O_3 > 10$ – jetzt aber unterschieden nach ihrer Höhe: 8 von ihnen zwischen 30 und 40 km, einer zwischen 40 und 50 km Höhe.

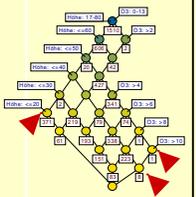
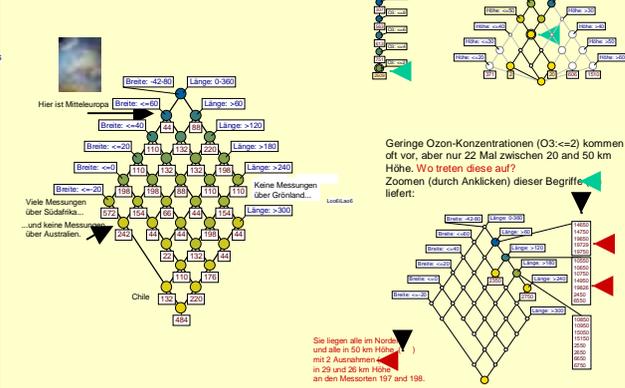


Abb. 2: Ozon-Konzentration und Höhe

Eine begriffliche Landkarte der Welt (dieser Ozon-Messungen)

Diese begriffliche Landkarte zeigt die Anzahl der Messungen rund um die Welt (die Breite variiert zwischen -42° und 80°).



Der Gebrauch von neuronalen Netzwerken in der geophysikalischen Datenvalidierung

M. L. Richards und H. Heinrich

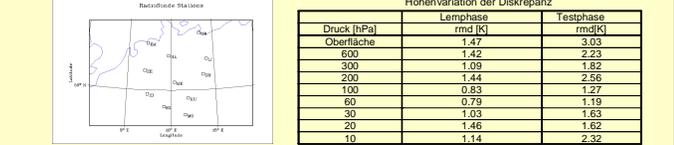
Dies ist eine Pilotstudie über die Anwendung der Neuronen Netzwerkmethoden (NN), um verschiedene Fernerkundungsdaten zu vergleichen. Die ausgewählten Datensätze waren DMSP-SSM/T1 (Temperatur) Radianzen und Temperaturprofile von Radiosonden für die Periode von März und April 1993. Das räumliche Gebiet wurde beschränkt auf die 11 deutschen Stationen des Europäischen Upper Air Network. Radiosonden stammen vom Deutschen Wetterdienst, SSM/T1 Datenbänder mit Daten der Satelliten F10 und F11 wurden vom U.S. National Geophysical Data Center in Boulder, Colorado zur Verfügung gestellt.

Auswahl der Daten: Die (räumliche) Co-location galt als gegeben, wenn eine Bodenstation im Gesichtsfeld (14 Grad) des nach unten schauenden Satellitensensors lag. Durch die zirkuläre, sonnensynchrone Umlaufbahn der Satelliten machte es schwierig, ein gute zeitliche Übereinstimmung (temporal co-location) mit mitteleuropäischen Bodenstationen zu erreichen, da die Radiosonden etwa um 0 Uhr und 12 Uhr GMT (UT) erfolgen. Eine Zeitdifferenz von 3 Stunden wurde akzeptiert.

NN Methoden: Vielschichtige Perceptrons mit einer verborgenen Schicht wurden trainiert. Der Quickprop-Algorithmus (eps=1e-8 und mu=2) wurde zur Optimierung verwendet, da er schneller zur Konvergenz führt [Fahlman 1988] als der Backward propagation-Algorithmus [Werbos 1974, Rumelhart et al. 1986]. Die Anzahl der Iterationen betrug 300.

Netzwerk-Topologie: Es gab 9 Input-Knoten (Radianzen der 7 Frequenzen 51.5, 53.2, 54.9, 58.4, 58.8 und 59.4 GHz sowie Länge und Breite des Gesichtsfeldes), etwa 50 Knoten in der verborgenen Schicht und 9 Input Knoten (Radiosondentemperaturen in 9 Druckhöhen: Erdoberfläche, 600, 300, 200, 100, 60, 30, 20 und 10 hPa).

Training und Test-Discrepanzen: In der Lernphase wurde eine rms (root meansquare) Discrepanz des Temperaturprofils von 1.2 K erreicht. In der Verifikationsphase war die Discrepanz 2.1 K. Die Druckhöhenabhängigkeit wird in der Tabelle gezeigt.



Druck [hPa]	Höhenvariation der Discrepanz	
	Lernphase rms [K]	Testphase rms [K]
Oberfläche	1.47	3.03
600	1.42	2.23
300	1.09	1.82
200	1.44	2.56
100	0.83	1.27
60	0.79	1.19
30	1.03	1.63
20	1.46	1.62
10	1.14	2.32

MAS/GRAS Sensor-Kombination und Datenanalyse

3.1 Das MAS Follow-on Konzept zusammen mit GRAS
G.K. Hartmann⁽¹⁾, M.L. Richards⁽²⁾, Ch. Jarchow³, W. Boogaerts⁴
* Max-Planck-Institut für Aeronomie, Katlenburg-Lindau, Germany

Der Millimeterwellen Atmosphären-Sondierer (MAS) ist erfolgreich als Kernnutzlast der drei NASA ATLAS Space Shuttle Missionen geflogen. Er hat die Mikrowellenemissionsspektren der Erdatmosphäre gemessen, die eine Berechnung der Temperatur-, Druck-, Ozon- und Wasserdampfprofile sowie des anthropogen erzeugten Chlormonoxid erlauben, das die Hauptursache für die Zerstörung des stratosphärischen Ozons ist. Realistische „Joint Retrieval“ Simulationsstudien der Universität Graz, basierend auf MAS Daten und GRAS (GPS/GLONASS-Empfänger für Atmosphären Messungen) Radio-okulationsdaten zeigten, daß diese Kombination eine sehr genaue Bestimmung der Temperaturprofile der Erdatmosphäre erlaubt- siehe Teil 3.2.

Deshalb wird eine technisch mögliche Kombination eines MAS Follow-on Experimentes - d.h. ein modifiziertes MAS mit der zweiten Sensor-generations, entsprechender Elektronik, und einem Sensoren - zusammen mit einem GRAS Sensor für die Express Palette der Internationalen Space Station (ISS) sehr empfohlen. Dies würde nicht nur genauere Temperaturprofile und Wasserdampfprofile liefern, sondern gleichzeitig auch Flüssigwasserdaten unterhalb von 17 km Höhe, Daten, die sehr wichtig für die Klimaforschung sind.

Meßgrößen der MAS Follow-on (M) und GRAS (G) Kombination:

Meßgröße	MAS Frequenz	Höhenbereich [km]
Temperatur	61 GHz	0-50 (G) + 15-90 (M) = 0 - 90
Druck	62 GHz	0-50 (G) + 15-90 (M) = 0 - 90
H ₂ O	180 GHz	< 7 km (G) + > 7 km (M)
H ₂ O	183 GHz	17 - 95 (M)
O ₂	184 GHz	17 - 95 (M)
ClO	204 GHz	17 - 45 (M)

Further Information: <http://www.linmpi.mpg.de/english/projekte/masne>

Kombiniertes "Optimal Estimation Retrieval" für den MAS/GRAS Sensor

3.2 MAS/GRAS "combined retrieval" Ergebnisse
G. Kirchengast⁽⁴⁾, A. v. Engeln¹, J. Ramsauer², G.K. Hartmann⁽³⁾

¹ Institut für Umweltphysik, Universität Bremen, Deutschland

² Inst. für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie, Universität Graz, Österreich

Es wurden mit der Methode der optimalen Schätzung (Rodgers, 2000) die Retrievalgenauigkeit der Temperaturprofile von MAS und GRAS - als getrennte Instrumente - und, weil von besonderem Interesse, von einer Kombination von MAS/GRAS untersucht, ferner die Retrievalgenauigkeit von GRAS Wasserdampfprofilen.

MAS und GRAS Sensordaten wurden simuliert ausgehend von einer realistischen Meßgeometrie unter der Annahme, daß beide auf der EXPRESS Palette der Internationalen Space Station montiert sind und die gleichen Luftvolumina in Richtung auf den rückwärtigen Erdrand (limb) messen. Eine repräsentative Anzahl von 30 global verteilten GRAS Okkultationsereignissen und "co-located" MAS limb sounding Messungen wurden "vorwärts modelliert" unter der Verwendung von verbesserten Versionen des MSIS-90/CIRA-86 Modells (Fig. 1). Retrievals wurden dann von Fall zu Fall durchgeführt und Retrieval-Fehlerstatistiken berechnet.

Für die Temperatur ergaben sich für einen modernen MAS/GRAS Sensor unterhalb von 35 km eine Genauigkeit von ~ 1 K, bei ~ 1 km Höhenauflösung und < 4 K für die Mesosphäre bei einer Höhenauflösung von ~ 5 km (Fig. 2). Ein individueller Fall wird in Fig. 3 gezeigt, wobei rechts die "MAS/GRAS averaging kernels" die große Synergie der beiden Informationsbeiträge deutlich machen. Wasserdampf kann von GRAS-Messungen berechnet werden mit ~ 20% unterhalb von 5 - 8 km. (Fig. 4 hat eine a priori Ungenauigkeit im Wasserdampf von 25% angenommen.) Es scheint sehr empfehlenswert, einen MAS/GRAS Sensor auf der ISS zu fliegen. Es wäre ein exzellentes Beispiel von bester synergistischer Nutzung verschiedener Sensoren.

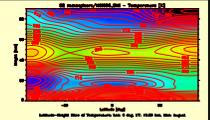
Engeln, A., J. Langen, T. Wehr, S. Bühler, and K. Künzi, Retrieval of upper stratospheric and mesospheric temperature profiles from MAS data. *J. Geophys. Res.* 103, 31, 735-31,748, 1998.

Kirchengast, G., and J. Ramsauer, Accuracy of temperature and water vapor profiles from GRAS and from combined MAS and GRAS profiles. Report MPE-MASGRAS No. 1/1998, 20pp., Inst. für Meteorol. und Geophys., Univ. of Graz, Austria, 1998.

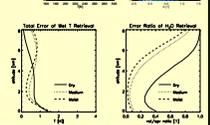
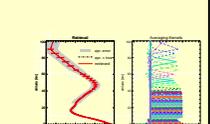
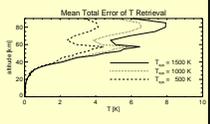
Engeln, A., G. Kirchengast, and J. Ramsauer, Accuracy of temperature and water vapor profiles derived from MAS and GRAS data by optimal estimation. Report MPE-MASGRAS No. 1/1999, 37pp., Inst. für Meteorol. und Geophys., Univ. of Graz, Austria, 1999.

Engeln, A., S. Bühler, G. Kirchengast, and K. Künzi, Temperature profile retrieval from surface to mesopause by combining QMS radio occultation and passive MW limb sounding data. Proc. 10th Conf. on Sat. Met. & Ocean., 249-245, AMS-2000, Long Beach, USA, 2000.

Rodgers, C.D., *Inverse Methods for Atmospheric: Theory and Practice*, World Scientific Publ., Singapore, 2000.



Mean Total Error of Retrieval



Kontakt:

Prof. Dr. Karl Erich Wolff, (Part 1) (1)
FH Darmstadt, FB Mathematik und Naturwissenschaften
Schöfferstr. 3
D-64295 Darmstadt
Web: www.mathematik.tu-darmstadt.de

Dr. Michael L. Richards, (Part 2) (2)
Copernicus Gesellschaft e.V.
Max-Planck-Straße 13
D-37191 Katlenburg-Lindau
www.copernicus.org

Prof. Dr. Gerd K. Hartmann, (Part 3, Pi) (3)
Max-Planck-Institut für Aeronomie
Max-Planck-Straße 2
D-37191 Katlenburg-Lindau
www.linmpi.mpg.de

Prof. Dr. Gottfried Kirchengast, (Part 3) (4)
IGAM - University of Graz
Universitätsplatz 5
A-8010 Graz
www.kfurgraz.ac.at/igamwww