

»Was ist das und wo habe ich das fotografiert?«

GEOPILOT – BILDERKENNUNGSTECHNIK TOURISTISCH GENUTZT

Vorbei die Zeiten, in denen schöne Fotos an den Urlaub erinnern, aber niemand mehr genau weiß, wo die Bilder entstanden und wie die Sehenswürdigkeiten heißen, die darauf zu sehen sind. Vier Wissenschaftler vom Institut für Photogrammetrie und Geoinformation und vom Institut für Kartographie und Geoinformatik zeigen, wie digitale Fotografie und Bilderkennungstechnik helfen können.

Waren Sie letztes Jahr im Urlaub? Hatten Sie ihre Digitalkamera dabei und wurde das eine oder andere interessante Bauwerk digital festgehalten? Vielleicht der Dom in Florenz oder der Triumphbogen in Paris, vielleicht aber auch das Holstentor in Lübeck oder das State House in Boston? Nun gut, solange man noch vor Ort ist, genügt ein kurzer Blick in den Reiseführer oder eine freundliche Frage an einen Einheimischen und schon sind alle notwendigen Informationen parat.

Doch was passiert, wenn der mit Bildern reich geschmückte Reiseführer im Hotelzimmer auf dem Nachttisch liegen geblieben ist oder aber die Reise schon ein paar Monate her ist und die digitalen Fotos auf der Festplatte liegen und die Erinnerung an die Reise zwar schön, aber die Namen der fotografierten Gebäude verblasst sind? Wo ist der ortskundige Helfer, der schnell die notwendigen Informationen beschafft und die unzähligen Megabyte an architektonischen und historischen Schätzen beschriftet und sortiert?

Dieser Helfer wird zurzeit im Rahmen des Vertiefungs-Seminars des Studienganges »Geodäsie und Geoinformatik« an der Leibniz Universität Hannover entwickelt. Unter Verwendung aktueller Verfahren aus den Bereichen Geoinformatik, Bildverarbeitung und Kartographie entsteht ein System, welches nur auf

Grundlage eines Fotos das festgehaltene Objekt erkennt und zusätzliche Informationen bereitstellt. Wie ist das möglich?

Das Bild – vom Foto-Handy oder der digitalen Spiegelreflex-Kamera – wird als MMS oder E-Mail an den *GeoPILOT*-Server im Internet geschickt. Im Idealfall besitzt der Fotograf einen GPS-Empfänger und hat dem Foto eine entsprechende Koordinate mitgegeben. Sollte dies nicht der Fall sein, befindet sich der *GeoPILOT* noch lange nicht im Blindflug, die Identifikation des Bildinhaltes ist auch ohne Koordinate möglich. Sobald das digitale Bild beim *GeoPILOT*-Server eingecheckt hat, wird es auf Grundlage der einzelnen Bildelemente, der Pixel, untersucht. Durch neue Methoden der digitalen Bildverarbeitung wird es mit einer großen Menge von Referenzbildern verglichen, die in einer Datenbank gespeichert sind. Nach der erfolgreichen Bestimmung des zugehörigen Referenzbildes können die gewünschten Informationen an den Fotografen zurückgeschickt werden.

Bildzuordnung

Zur Bestimmung des genauen Standortes des Touristen ist die effiziente Zuordnung des Bildes zu einem Referenzbild erforderlich, unabhängig von Einflüssen wie etwa Witterung oder Tageszeit.

Einfache Verfahren (Korrelation) scheiden hierfür auf Grund des hohen numerischen Aufwandes aus. Im *GeoPILOT* wird daher ein auf Merkmalen basierender Ansatz¹ genutzt, dessen Eignung bereits zum Zwecke der Gebäudeerkennung gezeigt wurde². Auf Grundlage der genannten Referenzen erfolgen im Projekt *GeoPILOT* weiterführende Untersuchungen.

Das verwendete Verfahren lässt sich wie folgt zusammenfassen. Die Zuordnung basiert nicht direkt auf den Bildern selbst, sondern auf Merkmalsvektoren, die miteinander verglichen werden. Die hierzu herangezogenen sogenannten SIFT-Merkmale (*Scale Invariant Feature Transform*) sind unabhängig vom Bildmaßstab und weitgehend robust gegenüber Aspekt- und Beleuchtungsänderungen. Zunächst werden in einem Vorlauf diese Merkmale in allen Referenzbildern extrahiert und in einer Datenbank abgelegt. Da in jedem Bild durchaus eine vierstellige Anzahl solcher Merkmalsvektoren gefunden werden kann und die Referenzdatenbank viele Bilder umfasst, ist die Datenbankstruktur dahingehend optimiert, einen schnellen Vergleich solcher Vektoren zu ermöglichen.

Die Zuordnung zu den Referenzbildern ist zu diesem Zeitpunkt schon möglich, jedoch noch sehr rechen- und datenintensiv. Unter Verwen-

dung der GPS-Position, die während des Fotografierens aufgezeichnet wurde, oder einer Lokalisierung über ein Mobiltelefon (unter Zustimmung des Nutzers) kann der Suchbereich und damit die Rechenzeit stark eingeschränkt werden. In dem vom Touristen stammenden Bild werden nun ebenfalls die SIFT-Merkmale erzeugt und für jeden einzelnen dieser Vektoren der ähnlichste Vektor in der Datenbank gesucht. Für jeden dieser gefundenen Vektoren wird

In Bild 1 sind links zwei Bilder des Rathauses zu sehen, die von einer einfachen Digitalkamera und einer hochwertigen digitalen Spiegelreflexkamera stammen. Im rechten Bildteil sind die gefundenen Zuordnungen dargestellt.

Um falsche Zuordnungen zu beseitigen oder um zwischen mehreren Referenzbildern, die beim Abgleich der Merkmalsvektoren vergleichsweise hohe Trefferanzahlen erzielten, das korrekte Bild zu identifizieren,

Die grundlegende Funktionalität der *GeoPILOT* Software, zu einem Foto entsprechende Referenzbilder zu finden, kann in einer Vielzahl von Anwendungen genutzt werden.

Die einfachste Form der Nutzung entspricht dabei den sogenannten Location-Based-Services (LBS): ortsbezogene Informationsdienste, die dem Nutzer aktuelle, auf seinen Standort abgestimmte Informationen und Dienstleistungen anbieten.

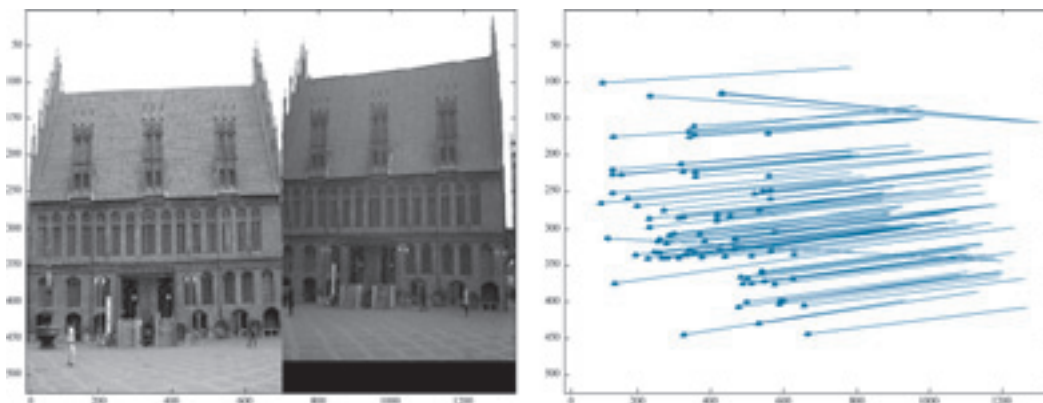


Abbildung 1
Links: Zwei Bilder vom »Alten Rathaus« in Hannover, mit unterschiedlichen Kameras aufgenommen.
Rechts: Korrespondenzen vor der Nachverarbeitung zur Beseitigung von Ausreißern.

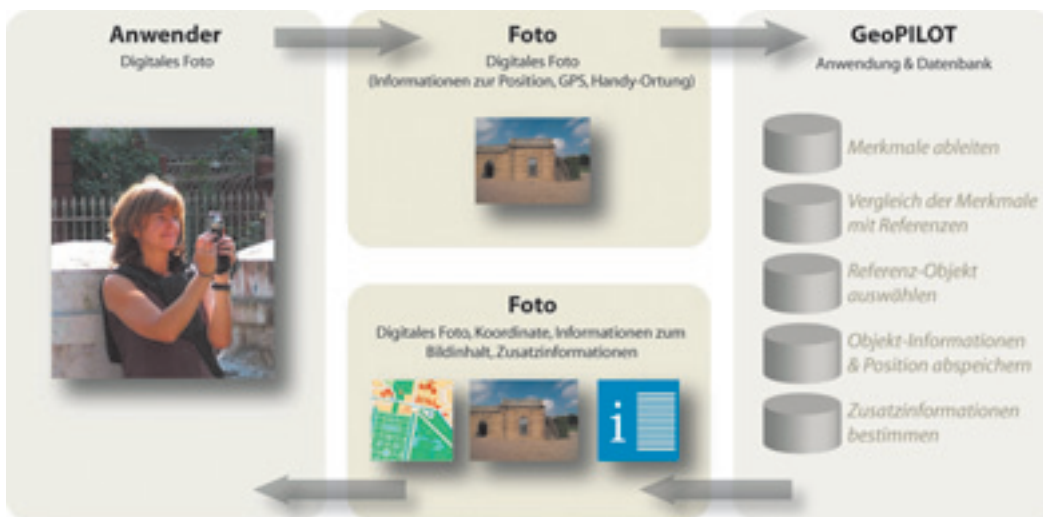


Abbildung 2
Funktionsweise von *GeoPILOT*: Der Anwender sendet ein Foto (eventuell mit Position) an *GeoPILOT* und erhält das Foto mit Position und Informationen zum Inhalt.

festgestellt, aus welchem Referenzbild er stammt, und ein entsprechender Zähler erhöht.

Die Idee ist, dass für zusammengehörige Bilder viel mehr solche Zuordnungen gefunden werden als bei den anderen Bildern, deren Zuordnungen meist auf zufällige Ähnlichkeiten in Teilbereichen zurückzuführen sind.

ist eine Nachverarbeitung erforderlich. Da diese Nachverarbeitung nur für eine geringe Anzahl von Korrespondenzen oder Bildern erfolgt, können nun aufwändigere Verfahren zum Einsatz kommen, die auch Randbedingungen berücksichtigen, wie etwa geometrische Zusammenhänge.

Typische Informationen in einem solchen System sind etwa touristische Informationen zur aktuellen Umgebung des Benutzers. Ein LBS Dienst kann so einem Städtereisenden eine an seine Interessen individuell angepasste Führung anbieten, die neben Informationen zu einzelnen Sehenswürdigkeiten auch die notwendige Navigation und

1 David G. Lowe, »Distinctive image features from scale-invariant keypoints,« International Journal of Computer Vision, 60, 2 (2004), pp. 91–110.

2 Institut für Photogrammetrie, Universität Bonn, <http://www.ipb.uni-bonn.de/> FotoNav



Prof. Dr. rer. nat. Volker Paelke
Jahrgang 1971, ist Juniorprofessor für Augmented Reality und Geodatensvisualisierung am Institut für Kartographie und Geoinformatik.



Prof. Dr.-Ing. Uwe Sörgel
Jahrgang 1969, ist Juniorprofessor für Radarfernerkundung am Institut für Photogrammetrie und Geoinformation.



Dr.-Ing. Kian Pakzad
Jahrgang 1969, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Photogrammetrie und Geoinformation.



Dipl.-Ing. Guido von Gösseln
Jahrgang 1974, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kartographie und Geoinformatik.

Teilnehmer des Vertiefungsprojekts:

- Raika Ost • Ulrich Dieckmann • Niels Hartmann • Behroze Ichhaporia • Moritz Menze • Alexander Schunert • Andre Warneke

Führung zwischen den verschiedenen Orten umfasst.

Neben dem LBS-Nutzungsszenario bietet die *GeoPILOT*-Software die notwendigen Grundlagen, um weitere Funktionalitäten zu realisieren. Diese reichen von technischen Aspekten bis zu neuen Anwendungskonzepten mit einer sozialen Komponente. Zwei Anwendungsszenarien, die eine gemeinschaftliche Nutzung von *GeoPILOT* auf der Grundlage von WEB 2.0 Technologien und Konzepten illustrieren, sollen im Folgenden kurz beschrieben werden:

Aus den von einem Benutzer an den *GeoPILOT* Dienst verschickten Fotos lässt sich auf einfache Weise ein implizites Interessenprofil erstellen.

Dazu muss der Nutzer eines interaktiven Reiseführers nicht explizit angeben, an welcher Art von Sehenswürdigkeiten er interessiert ist. Vielmehr können solche Interessenschwerpunkte im Verlauf der Nutzung anhand der fotografierten Objekte automatisch abgeleitet werden. Durch Vergleich mit dem Interessenprofil anderer Nutzer lassen sich dadurch – in Anlehnung an den Verkaufsassistenten des Online Händlers Amazon – Empfehlungen der Form »Nutzer, die sich für diese Objekte interessiert haben, fanden auch

folgendes interessant« ableiten.

Für den Anbieter solcher Dienste ist es von Vorteil, dass solche Empfehlungen nicht explizit erfasst und gepflegt werden müssen. Sie ergeben sich vielmehr im Verlaufe der Nutzung des Systems durch möglichst viele Nutzer automatisch.

Auch nach Ende einer Urlaubsreise bietet *GeoPILOT* weitere Möglichkeiten:

Jeder Besitzer einer Digitalkamera kennt das Problem, die oftmals umfangreichen Fotosammlungen effizient zu organisieren. Zwar bieten Bildverwaltungsprogramme die Möglichkeit Fotos mit Schlagworten (Tags) und Positionen (Geotags) zu versehen, allerdings ist dies aufwändig und unterbleibt deshalb oft. Die Fotos lassen sich typischerweise nur anhand ihres Aufnahmedatums finden.

Ausblick

GeoPILOT ermöglicht die automatische Verschlagwortung und Georeferenzierung von Fotos: Für jedes vom Benutzer aufgenommene Foto wird in der Datenbank nach Entsprechungen gesucht, damit kann das Foto automatisch mit der Aufnahmezeit und Schlagworten versehen wer-

den. Ein bestimmtes Foto (z.B. Leibnizhaus) kann danach sowohl nach räumlichen Kriterien (Innenstadt Hannover), als auch nach inhaltlichen Kriterien (Schlagwort: Fachwerkhaus) gefunden werden.

Während die Anzahl an touristischen Sehenswürdigkeiten typischerweise begrenzt ist, so dass hier im Vorfeld der Aufbau einer Datenbank geeigneter Referenzfotos möglich ist, können Fotos natürlich beliebige Objekte und Personen abbilden, die von einem Diensteanbieter nicht vorher erfasst werden können. Der Aufbau einer Referenzdatenbank erscheint daher unmöglich.

Allerdings hilft auch hier der Rückgriff auf WEB 2.0 Technologien und Konzepte: Online Fotodienste wie flickr.com stellen Millionen von verschlagworteten und zunehmend auch geo-referenzierten Fotos zur Verfügung, die genutzt werden können um die entsprechenden Schlagworte und Orte zu übertragen. Verknüpft der Nutzer den *GeoPILOT*-Dienst dann auch noch mit seiner persönlichen Fotodatenbank und pflegt diesen durch geeignete Verschlagwortung regelmäßig, so erhalten er sowie alle anderen Nutzer einen Dienst, der durch häufigere Nutzung immer bessere Resultate liefert.