

RTK für Arme 😊

Hochpräzise GNSS-Anwendungen
mit den kostengünstigsten
Trägerphasen-Rohdatenempfängern

Hagen F. Piotraschke

OptimalSystem.DE

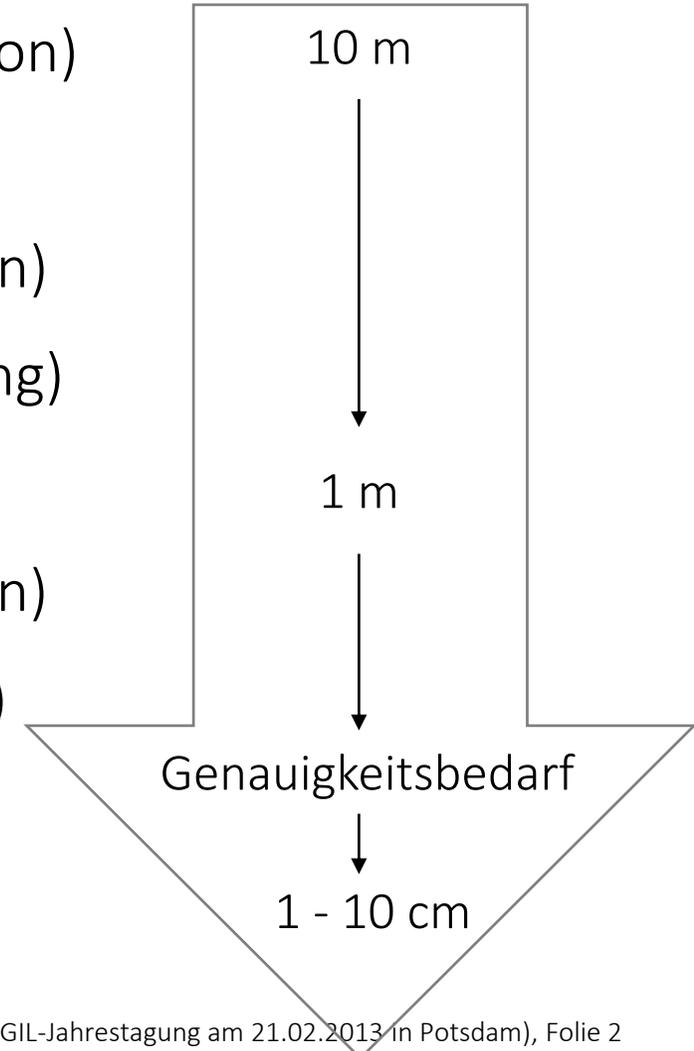
Software- & Systementwicklung / Datendienste

Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft

(Thema der 33. GIL-Jahrestagung 2013 in Potsdam)

Anwendungsbezug / branchenspezifische Szenarien mit Bedarf für GNSS-Positionierungen:

- Automatisierte Schlagerkennung im Ackerbau (z.B. für Dokumentation)
- Aufzeichnung von Fahrten („Tracks“), Fahrzeug-/Kollektivverwaltung
- Teilflächenspezifischer Ackerbau (Bewirtschaftungszonen in Schlägen)
- Teilbreitenschaltung (z.B. Pflanzenschutz, Flüssig-/Pneumatikdüngung)
- Parallelfahrhilfe („Spur-zu-Spur-Genauigkeit“ je nach Arbeitsbreite)
- Automatisierte Erkennung von Kleinparzellen (z.B. im Versuchswesen)
- Parallelführung mit höherer Absolutgenauigkeit (z.B. bei Zeitversatz)
- Flächen-/Grenzvermessung mit „Eigentumsrelevanz“ 😊
- Automatisierte Sonderkulturbewirtschaftung, Feldrobotik usw.



Technik & Ökonomie (1)

Hardware-/Systemkosten i.V. zur Genauigkeitsklasse

- Technische Grundlagen für hochpräzise Positionsbestimmung mit GNSS schon seit Jahren etabliert und bekannt (Signalkode- bzw. Trägerphasenmessungen, Mehrfrequenzempfänger, RTK, SBAS, VRS, PPP usw.)
- Trotzdem bis dato anhaltende „bipolare Störung“ des Marktes: fünfstellige Preise für RTK-fähige bzw. geodätische Empfänger im „Profi-Bereich“ einerseits, aber Milliardenstückzahlen von einfachen L1-Empfängermodulen mit drastisch sinkenden Stückzahlen (z.B. als SoC für Smartphones) im Massenmarkt
- Bislang kaum Technologietransfer bzw. „Kannibalisieren“ bei Mehrfrequenzempfängern der etablierten Hersteller, derzeit auch keine massive Änderung im Marktgefüge zu erwarten
- Integrierte Algorithmen (Firmware) in präzisen GNSS-Vermessungsgeräten trotzdem sogar noch stärker preiswirksam als die darin enthaltene Empfängertechnik (bei generell relativ geringem Bedarf an Rechenleistung, vgl. Energiebedarf i.V. zu gewöhnlichen Smartphones)
- Bisherige L1-Komplettsysteme mit Trägerphasenmessung preislich leider auch eher am Marktniveau für Geodäsie-Bedarf ausgerichtet (dito Software für RTK/Postprozessierung)

Technik & Ökonomie (2)

Lösungsansätze und Kompromisse in der Praxis

- Extrema: Ausrüstung mit Hochpreistechnik oder Kompletterzicht auf GNSS-Positionierung ☹️
- Einsatz preisgünstiger Empfänger (L1 Code, ggfs. SBAS) bei Akzeptanz der damit erreichbaren Genauigkeiten, Konsumentenprodukte mit unmittelbarer Teilhabe an der „Evolution“ in dem Massenmarkt (schnelle und starke technische Fortschritte im prinzipiell möglichen Rahmen) bei gleichzeitig drastisch sinkenden Preisen 😊
- Nutzung alternativer Hilfsmittel für höhere Genauigkeiten (z.B. optische Entfernungsmessung im Nahbereich, Markierung eigener Referenzpunkte für Versatzkorrekturen usw.)
- Sensorfusion: z.B. Richtungs- und/oder Beschleunigungsmessung ergänzend auf Fahrzeugen (in SoC von Smartphones o.ä. zumeist bereits integriert, reine Hardware sonst auch billig)
- Agrarinformatik: anwendungsspezifische Softwarefilter für nicht plausible Positionssprünge (Verbesserung der „relativen Genauigkeit“ z.B. in Parallelfahrhilfen)
- Landwirtschaftliche Praxis: Betriebsgemeinschaften bei eigenen RTK-Basisstationen, Nutzung von Preisvorteilen aus Produktbündeln (Landtechnik und GNSS ggfs. vom gleichen Anbieter)

Revolution „von unten“

Neues Nutzungspotenzial für vorhandene Technik

- Sehr kostengünstige GPS-Empfängermodule mit Trägerphasen-Rohdatenausgabe schon seit etlichen Jahren verfügbar (primär als Bausteine für „Timing“-Empfänger, z.B. vom Hersteller u-blox, der sonst nur den Massenmarkt für Empfängermodule adressiert), seit 2012 auch als GPS+GLONASS vom (relativ neuen) Hersteller NVS
- OEM-Boards der etablierten geodätischen Hersteller (z.B. NovAtel, Hemisphere) jedoch auch deutlich kostengünstiger erhältlich, wenn ohne integrierte bzw. aktivierte „RTK-Engine“, aber dennoch mit Trägerphasen-Rohdatenausgabe
- Quasi schlagartig erweiterte Anwendungsmöglichkeiten für RTK durch die Veröffentlichung der RTKLIB (www.rtklib.com) dank der Steuerzahler in Japan 😊
- Entscheidende Leistungsmerkmale: Echtzeitzugriff auf die proprietären Binärdatenformate (v.a. über lokale serielle Schnittstellen wie USB, RS-232 oder Bluetooth) sowie Lauffähigkeit auf gewöhnlicher Computer-Hardware (Windows, Linux)
- Erste Tests bzw. Untersuchungen und Publikationen dazu im Hochschulbereich, seit einigen Monaten auch verstärkt in der „Szene“ für Robotik und UAV-Anwendungen

Anwendungen in der Praxis (1)

Besondere Anforderungen und Bedingungen im Agrarsektor

- Stationäre Messungen mit Low-Cost-L1 & RTKLIB deutlich unkomplizierter realisierbar als kinematische, praktisch mögliche Basislinienlänge kürzer i.V. zu Mehrfrequenzempfängern
- Eigene Basisstation (z.B. nur Rohdatenübertragung mit SDR-Funk) oder Nutzung von externen Diensten (kommerzielle Anbieter v.a. mit VRS-Diensten oder Zugriff auf freie Referenzdaten)
- Typisch: vorhandenen Terminal- bzw. Feldrechner mit RTKNAVI-Instanz „erweitern“, Ausgabe der RTK-Lösung („Fix“ oder „Float“) über virtuelles Nullmodemkabel als Standard-NMEA und Nutzung dieser Positionsdaten in gleicher Weise wie bisher mit extern angeschlossenem GPS
- Zeitkritische dynamische Anwendungen häufig noch schwierig (Wartezeit auf Fix bzw. Re-Fix nach Abriss, scheinbar etwas geringere „Robustheit“ der RTKLIB gegenüber Störungen im Empfang i.V. zu etablierten kommerziellen RTK-Systemen)
- Praxisanwendungen mit größerer zeitlicher Flexibilität (z.B. Vermessungen) aber schon jetzt hinreichend zuverlässig realisierbar (Postprozessierungen ohnehin) 😊
- Je nach aktuellen bzw. lokalen Empfangsbedingungen z.T. erheblich höhere Anforderungen an die Antennentechnik (zumeist noch größerer Investitionsbedarf als für den Empfänger selbst)

Anwendungen in der Praxis (2)

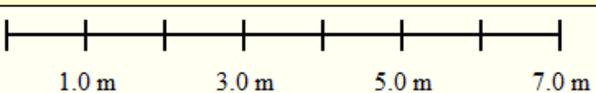
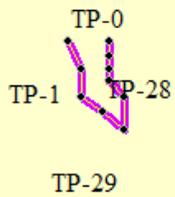
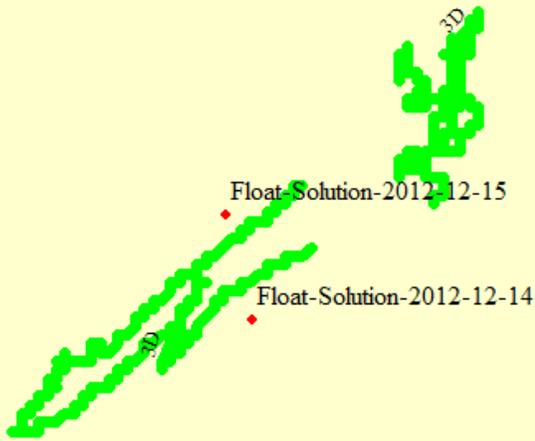
Neue Einsatzmöglichkeiten durch Kostenvorteile

- In „reichen“ Ländern kaum völlig neue Einsatzgebiete zu erwarten, zunächst voraussichtlich nur als Ergänzung des (hoch gesättigten) Marktes in Einzelfällen, möglicherweise auch für Anwendungsbereiche mit starkem Kostendruck durch hohen Stückzahlbedarf (Überwachung von Bauwerken bzw. Landschaftselementen mit vielen Präzisions-GNSS usw.)
- Wesentlich höhere (volkswirtschaftliche) Bedeutung z.B. für generelle Realisierbarkeit von landesweiten Katastervermessungen in Entwicklungsländern mit Bezug zu einem Netz erster Ordnung -> Möglichkeit für Messkampagnen mit drei- bis vierstelligen Systemstückzahlen!
- Szenarien: Vermessung neuer Festpunkte mit geodätischen Empfängern (und globalem SBAS) oder mittels nachprozessierter Langzeitaufzeichnungen von Low-Cost-Empfängern, davon ausgehend dann „klassisches“ RTK mit kurzen Basislinien (< 10 km) für Eckpunkte der zu vermessenden Parzellen, Zeitbedarf je Parzelle durch notwendige Erfassung von Metadaten (z.B. Besitz- u. Nutzungsverhältnisse, Bodengüte usw.) ohnehin relativ zeitaufwändig
- Geringe Investitions- und Betriebskosten, aber (noch) hoher Einarbeitungsaufwand für den Endanwender, daher v.a. die Forderung nach höherer Integration (z.B. in GIS-Anwendung)

Anwendungsbeispiel

Aktuelle Testmessung in Kamerun

- Kein frei verfügbares SBAS am Standort der Messung
- Stationärer Messaufbau, jeweils vielstündige Aufzeichnungen
- Autonome Positionsbestimmung jeweils mit PPP-Empfänger („carrier smoothed“) sowie einem üblichen GPS-Handgerät
- Gewollte Verwendung einer (zu) sehr kostengünstigen Antenne
- Aufzeichnung von Trägerphasen-Rohdaten (nur GPS, UBX-RAW)
- Postprozessierung (einige Tage später in Deutschland, mit einer kommerziellen Software): automatische Suche der nächsten geeigneten IGS-/IGN-Stationen mit Rohdatenaufzeichnungen (im notwendigen Dreieck z.T. nur weit über 1000 km entfernt ☹) und Berechnung einer VRS mit minimaler Basislinie (wenige m),
- Keine Fix-Lösung möglich, Float-Lösung(en) jedoch hinreichend für den konkreten Anwendungsfall (keine Katastervermessung)



Fazit und Ausblick

😊 Technik != Markt 😞

- L1-Empfänger mit Trägerphasen-Rohdatenausgabe seit etlichen Jahren sehr kostengünstig verfügbar, Durchbruch für Praxisanwendungen mit hochpräziser GNSS-Positionierung fand jedoch erst mit entsprechender kostenfreier Software (RTKLIB) statt
- Systeme können mit neuen Embedded-Computern günstig miniaturisiert/integriert werden
- Sehr zahlreiche Alternativen für Referenzdaten v.a. in den entwickelten Ländern

Weiterführende Informationsquellen zum Thema Low-Cost-RTK:

- Englischsprachige Publikationen des RTKLIB-Entwicklers (www.gpspp.sakura.ne.jp/)
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de/)
- Wissenschaftliche Veröffentlichungen (im deutschsprachigen Bereich speziell zu diesem Thema seit Jahren von der Beuth Hochschule Berlin sowie der TU Dresden)
- v.a. für deutschsprachigen Bereich: „kowoma“ GPS-Forum (www.kowoma.de/gpsforum/)