

Op locatie in Japan

Eric van Kooij en Philip Wijers - 27-10-2001

Samenvatting

Een afspraak in Tokyo gaat altijd gepaard met een routebeschrijving of een gestileerd kaartje waarop de lokatie van de afspraak en het dichtstbijzijnde metrostation zijn weergegeven. Het is anders bijna onmogelijk om een adres te vinden. De meeste straten hebben namelijk geen naam. De metropool bestaat uit 23 deelgemeenten met ieder een flink aantal wijken dat weer is opgedeeld in grote genummerde blokken en die bestaan op hun beurt uit genummerde huizenblokken met huizen die natuurlijk ook een nummer hebben. Het vervelende is dat er soms geen enkele orde zit in de nummering. Het is niet vreemd om huisnummer 8 tussen nummer 19 en 34 aan te treffen. Zo is het ook met de huizenblokken en de grote genummerde blokken in de wijk. Kortom, voldoende aanleiding om de weg kwijt te raken in deze miljoenenstad.

Gezien de complexe indeling van Japanse steden is het niet verbazingwekkend dat er steeds meer commerciële GPS-toepassingen op de markt komen. Voor de gemiddelde Japanner is GPS een uitkomst. Zo winnen autonavigatiesystemen snel aan populariteit, lopen er nogal wat mensen rond met een polsnavigator en zijn er sinds kort plaatsbepalingskaarten voor laptops te koop. Maar ook andere GPS-toepassingen, zoals het monitoren van vulkanische activiteit en aardbevingen, een verbeterde controle van luchtvaartbewegingen, het lokaliseren van demente personen en gestolen auto's en het controleren van de aankomsttijden van de bus, zijn in Japan te vinden. In 1998 was Japan, met circa 47% van de wereldmarkt, toonaangevend als producent van GPS-apparatuur.

In dit artikel zullen een aantal van de GPS-toepassingen in Japan de revue passeren. De spits wordt afgebeten met een korte omschrijving van de rol van de overheid op GPS-gebied en een aantal kenmerken van de markt. Daarna worden een paar saillante toepassingen beschreven.

Details

Rol van de overheid

In de jaren negentig heeft de Japanse overheid overwogen om een eigen Radio Navigation Satellite System (RNSS) op te zetten. Onafhankelijkheid van het Amerikaanse GPS was daarbij een van de drijfveren. Een eigen systeem zou ook andere landen in de Aziatische regio kunnen bedienen. In 1997 is echter besloten om af te zien van RNSS. De kosten die ermee gemoeid waren, bleken te hoog. Voorts heeft politieke druk vanuit de VS ongetwijfeld een rol gespeeld. Japan heeft besloten om te investeren in de ontwikkeling van infrastructurele voorzieningen en toepassingen die

aansluiten op het Amerikaanse GPS.

In 1998 hebben Japan en de VS een overeenkomst ondertekend waarin het gezamenlijk gebruik en de promotie van GPS als wereldstandaard zijn vastgelegd. Afgesproken is om standaardisering van technologieën, toepassingen en diensten na te streven. De VS brengen Japan geen kosten in rekening voor het gebruik van de huidige GPS-infrastructuur. Aan de kosten van een vernieuwing van het systeem in de toekomst zal Japan een bijdrage leveren. Vooralsnog is het huidige systeem voldoende stabiel en zullen op de korte termijn waarschijnlijk geen aanpassingen nodig zijn.

De verschillende Japanse overheidsorganisaties die zich bezighouden met beleidsontwikkeling en –implementatie op GPS-gebied coördineren hun activiteiten sinds 1996 door middel van de GPS Inter Ministerial Interface Committee. In deze commissie zitten vertegenwoordigers van binnenlandse zaken en telecommunicatie, infrastructuur en transport, economie en industrie, wetenschap en technologie, defensie, politie, brandweer, visserij, de kustwacht, de meteorologische dienst en de geografische dienst. Het Ministerie van Justitie is waarnemer. Via het Ministerie van Buitenlandse Zaken vindt overleg plaats met de VS en wordt informatie uitgewisseld met de EU.

De overheid ondersteunt verschillende activiteiten van publieke organisaties op het gebied van GPS. De meest in het oog springende programma's zijn geologisch en luchtvaart gerelateerd. Het monitoren van aardkorstdeformaties, aardbevingen, vulkanische activiteiten en vloedgolven zijn de belangrijkste geologisch georiënteerde activiteiten. De paragraaf over GEONet gaat hier nader op in. Op lucht- en ruimtevaartgebied heeft de Japanse overheid het plan om binnenkort twee geostationaire satellieten te lanceren die voor een sterke verbetering zullen zorgen van de controle van de luchtvaartbewegingen boven het noordelijk gedeelte van de Stille Oceaan. De paragraaf met de titel MTSAT geeft een kort overzicht van de plannen.

De overige GPS-toepassingen in Japan zijn nagenoeg allemaal semi-publiek of volledig privaat van aard. In principe geeft de overheid geen financiële ondersteuning aan de private sector voor onderzoek en ontwikkeling gerelateerd aan commerciële GPS-toepassingen. Wel wordt subsidie verleend aan het Intelligent Transport Systems (ITS) programma waar GPS een belangrijk onderdeel van uitmaakt. ITS komt aan de orde in de paragraaf over autonavigatie.

Kenmerken van de markt

Japan heeft zich gespecialiseerd in de commerciële ontwikkeling en toepassing van GPS-technologie. Voor het bedrijfsleven behoren GPS-toepassingen vooral tot de markt voor consumentenelektronica. Het nastreven van marktaandeel en commercieel leiderschap gebeurt dan ook

door middel van massafabricage van kwalitatief hoogwaardige producten die relatief laag geprijsd zijn. Voor een aantal specifieke toepassingen is meer gespecialiseerde apparatuur ontwikkeld.

De industrie heeft zich geconcentreerd op de productie van DGPS-toepassingen voor potentieel omvangrijke marktsectoren, zoals autonavigatie- en draagbare plaatsbepalingssystemen. Het vruchtgebruik van het landelijke Differential GPS (DGPS) netwerk, dat met behulp van correctiesignalen van grondstations (zoals radiobakens, infraroodbakens, multiplex FM zendmasten) de nauwkeurigheid van GPS verbetert, is gratis en vrij voor gebruik door particulieren. De enige regelgeving betreft de locatie van op te richten grondstations. Het DGPS voorziet op lokaal en regionaal niveau in een verbetering van de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling. De grondstations ontvangen het GPS signaal en zenden een tot 3m nauwkeurig gecorrigeerd signaal uit. Deze nauwkeurigheid is voldoende voor de meeste commerciële toepassingen.

Geodetische werkzaamheden vereisen vaak een hogere nauwkeurigheid dan de 3m die voor commerciële toepassingen volstaat. Voor grote bouwprojecten, zowel on- als offshore, karteringswerk en kadastrale metingen wordt dan ook gebruik gemaakt van Real Time Kinematic-GPS (RTK-GPS) dat een nauwkeurigheid levert van minder dan 2cm. Vorig jaar is een digitaal Multi Channel Access (MCA) radiosysteem in gebruik genomen ten behoeve van een verdere precisering van de data afkomstig van RTK-GPS. De overheid heeft samen met het bedrijfsleven dit RTK-GPS getest.

De belangrijkste marktpartijen zijn verenigd in de Japan GPS Council (JGC) die in 1992 is opgericht. In tegenstelling tot de Amerikaanse tegenhanger, de GPS Industry Council (USGIC), bestaat de JGC niet alleen uit producenten maar ook uit distributeurs en gebruikers van GPS-toepassingen. Zo zijn naast bedrijven uit de elektronicasector ook de grote autofabrikanten en diverse spoorwegbedrijven lid van de JGC. Ook de overheid is vertegenwoordigd. De ministeries die verantwoordelijk zijn voor telecommunicatie en politie geven financiële ondersteuning aan de JGC.

GEONet

Japan wordt regelmatig geteisterd door rampen die veelal verband houden met plaat-tektoniek. Drie zeer actieve platen, die van de Filippijnse Zee, Eurazië en de Stille Oceaan, komen in Japan bij elkaar. Aardbevingen, tsunami's (naast karaoke een van de weinige Japanse woorden die internationaal worden gebruikt) en vulkaanuitbarstingen liggen hier dus altijd op de loer. De Great Hanshin Earthquake in Kobe met een kracht van 7,2 op de schaal van Richter kostte in 1995 bijna 6.500 levens. Een GPS toepassing die daarom in Japan uit veiligheids- en rampbestrijdingsoverwegingen een zeer hoge prioriteit heeft is het GEONet (GPS Earth Observation Network system).

Het hoofddoel van GEONet is het signaleren en registreren van deformaties in de aardkorst. Deze informatie wordt, naast landmetingen, hoofdzakelijk gebruikt voor het onderzoek naar aardbevingen en vulkaanuitbarstingen. In Japan bevinden zich 959 GEONet control stations die gemiddeld 25 km van elkaar liggen. Zo'n control station bestaat uit een vijf meter hoge paal met GPS antenne in de kop, een ontvanger en een modem of terminal adapter.

Alle gegevens van de GEONet control stations worden via telefoon of satelliet verstuurd naar het GPS Central Station van het Geographical Survey Institute (GSI) in Tsukuba, een stad met tientallen onderzoekscentra en universiteiten. Het GSI analyseert de data op mogelijke veranderingen in de locatie van elk Geonet station. Het is op deze manier mogelijk om deformaties in de aardkorst continu te signaleren en te analyseren. Het gaat hier zowel om de grote plotselinge deformaties bij aardbevingen als de kleinere gelijkmatige plaat of magma bewegingen. De geconsolideerde GEONet data spelen een cruciale rol in de studie naar het voorspellen van aardbevingen en vulkaanuitbarstingen. Het filmpje achter de volgende link (1) geeft een goede indruk van de tektonische deformatie processen die zich in de Japanse archipel in 1998 en 1999 afspeelden.

De breuklijnen van de drie actieve platen bevinden zich in de Stille Oceaan nabij de stad Shizuoka. Iets ten zuidwesten van Shizuoka, over een afstand van 50 kilometer tussen Mori en Omaezaki, staan daarom 25 speciale 'level observation' GPS controle stations. Deze stations kunnen ook kleine verticale positieveranderingen doorgeven die van belang zijn bij plaat subductie. Deze 25 stations spelen een belangrijke rol bij het voorspellen van een magnitude 8 aardbeving op de Japanse schaal die in de Tokai regio (o.a. Nagoya en Shizuoka) regio wordt verwacht. In tegenstelling tot de Schaal van Richter meet de Japanse schaal de snelheid en versnelling aan het landoppervlak zelf.

De ruwe data afkomstig van de GPS-satellieten bieden niet de accuratesse die voor GEONet vereist is. Het GSI gebruikt daarom de satelliet ephidermen (baangegevens) die van International GPS Service (IGS) stations komen. In Japan zijn dit Shintotsukawa (Hokkaido) , Tsukuba, Kanoya (Kyushu) en Chichijima (Stille Oceaan). Een combinatie van de data van het GEONet, de IGS stations en de Very Long Baseline Interferometry (VLBI) radio astronomie stations in Japan zorgen voor een precisie van 5mm horizontaal en 2cm verticaal.

Real Time Kinematic GPS

Voor het voorspellen van tsunami's wordt momenteel geëxperimenteerd met RTK-GPS. De RTK-GPS apparatuur is in twee drijvende boeien geplaatst waardoor de komst van een tsunami kan worden gesignaleerd voordat deze de Japanse kust bereikt. Het systeem bestaat uit een set van twee RTK-GPS boeien, één ondersteunende boei die alleen gevoelig is voor windgolven en één 8-meter lange paalvormige sensorboei, ongevoelig voor windgolven.

Ook hier wordt door middel van GPS continu de verticale uitslag gemeten en geanalyseerd. De lange paalvormige sensor boei heeft een zwaartepunt dat een aantal meters onder de zeespiegel ligt. Dit maakt de sensorboei gevoeliger voor de lange tsunami golven en ongevoelig voor korte windgolven.

De opzet is om door middel van de verschillen in de verticale uitslag van deze twee boeien de gevaarlijke tsunami component in golven te detecteren en te scheiden van de gewone kortstondige windgolven. De ondersteunende boei is verankerd met kabels terwijl de sensorboei zoveel mogelijk verticale bewegingsvrijheid heeft. Wel loopt er een losse kabel van de GPS antenne in de sensor boei naar de ondersteunende boei waar voor beide boeien de GPS ontvangers en processoren geplaatst zijn. Na verwerking worden de data (de positie van de twee GPS sensors) met een 429 MHz radioverbinding verstuurd naar het land station waar het actuele monitoren en de opslag plaatsvindt. Deze experimentele opzet heeft vooralsnog beperkingen voor de boei-land afstand en dus de lead-time voor een evacuatie bij de komst van een tsunami. Het experiment in de Sagami-Bay in 1999 is volledig geslaagd en men werkt momenteel aan operationele toepassing.

MTSAT

De Japanse overheid streeft ernaar een sterke verbetering teweeg te brengen in de controle van de luchtvaartbewegingen boven het noordelijk gedeelte van de Stille Oceaan. Japan is verantwoordelijk voor de luchtvaartroutes tussen de Verenigde Staten en Oost-Azië. Het plan is om in 2002 een eerste en in 2004 een tweede geostationaire satelliet te lanceren, de Multi-functional Transport Satellite (MTSAT), die tezamen met GPS voor de gewenste verbetering zal zorgen.

Het huidige luchtvaartnavigatiesysteem in Japan is vooral afhankelijk van grondstations die gebruikmaken van VHF. De beperkingen van VHF zorgen ervoor dat de capaciteit en de kwaliteit van de communicatie van data en geluid minder optimaal zijn dan bij het gebruik van MTSAT in combinatie met GPS. De capaciteit van het aantal luchtvaartbewegingen en de veiligheid die daarmee is gemoeid, zullen met het nieuwe systeem kunnen toenemen. Bovendien zal het met MTSAT en GPS mogelijk zijn een op maat gesneden route te bepalen waardoor de efficiëntie van de vluchten duidelijk zal verbeteren.

Naast de controle van de luchtvaartbewegingen zal MTSAT ook worden ingezet om meteorologische gegevens te verzamelen.

Autonavigatie stijgt in populariteit

Twee op de vijf Japanners hebben een auto. Ook voor de meeste van hen is de auto - vaak aangeduid met Mai Kaa (een verjapanisering van "My Car") -

een heilige koe. Ondanks de hevige congestie op de wegen geschiedt zo'n 65 % van het personenvervoer in Japan nog steeds per auto. Voor een deel wordt de oplossing van het fileprobleem gezocht in de uitbreiding van het wegennetwerk. De kosten die gepaard gaan met deze extra infrastructurele voorzieningen zijn echter gigantisch. De overheid heeft daarom zo'n tien jaar geleden een aanzet gegeven tot oplossingen in verkeer gerelateerde telematica toepassingen. Inmiddels zijn autonavigatiesystemen geweldig populair in Japan. Het aantal gebruikers van autonavigatiesystemen in Japan wordt geschat op ruim 7 miljoen.

Zo'n vijf jaar geleden werden autonavigatiesystemen gezien als een speeltje voor de bovenmodale autobezitter. Sindsdien is er veel veranderd in die perceptie. Een sterke verbetering in het nut en de nauwkeurigheid van de systemen heeft hierin een belangrijke rol gespeeld. Niet alleen is het makkelijk om een bestemmingsadres snel te vinden, ook geven de meeste systemen een suggestie omtrent de best te rijden route, waarbij files en opstoppingen worden ontweken. Voorts is informatie verkrijgbaar over werkzaamheden aan de weg, verkeersongelukken, drank- en snelheidscontroles, de beschikbaarheid van parkeerplaatsen, weersvoorspellingen en toeristische wetenswaardigheden.

Het gebruik van DGPS in plaats van 'gewoon' GPS heeft de nauwkeurigheid van autonavigatie verbeterd van enkele tientallen meters naar circa drie meter. Voorts heeft het koppelen van informatie omtrent de positie van de auto, de snelheid waarmee hij rijdt en de richting waarin hij gaat, dankzij de gyrosensor, aan de informatie van de wegenkaart een belangrijke verbetering teweeggebracht. Tunnels, waar het GPS geen bereik heeft, vormen door deze zogenoemde 'map matching' techniek geen probleem meer.

Het FM-DGPS dat in 1997 in gebruik werd genomen, heeft voorts een belangrijke bijdrage geleverd aan de versnelling in populariteit van autonavigatiesystemen. De verkeersinformatie wordt niet alleen via radio- en infraroodlichtbakens langs de kant van de weg, maar ook gemultiplexd uitgezonden over de FM-band. Het Vehicle Information and Communication System (VICS) maakt gebruik van deze FM-DGPS technologie. VICS is als één van de ITS-programma's geïnitieerd door een aantal relevante ministeries en bedrijven. De kosten van het gebruik zijn gratis. De bedrijven verdienen aan de verkoop van de benodigde hardware. De overheid hoopt een deel van het fileprobleem op te lossen en zodoende ook een flinke reductie in het benzineverbruik en de CO₂-emissie te bewerkstelligen.

Het Traffic Control Center is centraal in de datacommunicatie en -verwerking. Het controlecentrum verkrijgt data van de vele infrarooddetectoren die naast en boven de doorgaande wegen en snelwegen zijn geplaatst. Deze detectoren registreren, door middel van reflectie, het aantal en de snelheid van passerende voertuigen. Het controlecentrum verwerkt en compileert deze verkeersinformatie en zendt deze tezamen met

informatie die via andere bronnen is verkregen, weer naar de auto's.

Autonavigatiesystemen zijn in Japan tegenwoordig al vanaf zo'n ¥ 15.000 (€ 135,=) te koop.

Bus locatie op mobieltje en internet

In Japan is ruimte bijzonder schaars en kostbaar. Er zijn daarom vrijwel geen speciale busbanen. Autobussen ondervinden hinder van files, opstoppingen en wegomleidingen. De geplande aankomst- en vertrektijden zijn minder accuraat dan die van de trein en de metro, die zelfs met één trein om de twee à drie minuten perfect op tijd rijden. Japanners zijn gewend dat een trein van 08:23 ook op die tijd vertrekt. Een dergelijk verwachtingspatroon is echter moeilijk waar te maken met de bus.

Tokyu Bus heeft hier recent een zeer klantvriendelijke oplossing voor gevonden. In hun bussen zijn GPS units geïnstalleerd. In Meguro-Ku, een stadsdeel van Tokyo, kan men met een i-mode mobiele telefoon of via internet zien wanneer de bus bij de gekozen halte aankomt (referentie (9): alles is real-time in het Japans, klik daarom in het derde blok op de tweede hyperlink en let op +8 uur tijdverschil met Nederland). De huidige bus locatie, de resterende wachttijd en natuurlijk de gewone dienstregeling zijn per mobiel of internet PC op te vragen in tekst of icoon vorm.

De GPS module, processor met NEC Nexa Solutions software en speciale zender zit in de bus. Deze zender zendt elke minuut op een speciale frequentie een NTT 'Dopa' packet signaal met de locatie data naar de NTT DoCoMo server voor verwerking tot een mobiele I-mode toepassing. De NTT DoCoMo server stuurt het locatie signaal ook door naar de gewone internet host van Tokyu bus. De 'DoPa' packet communicatie service van NTT DoCoMo kost ¥ 2.000 (€ 18,=) per bus per maand. NEC Nexa Solutions, de application service provider, rekent ¥ 3.000 (€ 27,=) per bus per maand. De kosten van de GPS module, processor en zendapparatuur in de bus zijn ¥ 80.000 (€ 725,=) per GPS unit. Het gaat hier om een test die bij Tokyu Bus netwerk breed ingevoerd gaat worden na positieve feedback van de klanten.

Polshorloge uitgerust met GPS

Japanners zijn graag punctueel. Te laat komen, hoort niet te gebeuren. Een reden dus voor velen om een polshorloge te dragen. De heftige concurrentie onder horlogefabrikanten heeft ertoe geleid dat er allerlei polshorloges met extra toepassingen op de markt zijn gekomen. Zo is NTT in 1998 met een polstelefoon op de markt gekomen en Seiko met een polscomputer. In 1999 is Casio met de verkoop begonnen van 's werelds eerste polsnavigator, een horloge met ingebouwd GPS.

Het GPS-horloge is in staat om wereldwijd datasignalen op te pikken van 27

GPS satellieten. Aan de hand van deze data kan worden bepaald op welke plaats men zich waar ook ter wereld bevindt. Deze polsnavigator is zo'n 60 % kleiner en lichter dan de huidige draagbare GPS navigatiesystemen. Casio mikt hiermee met name op de behoefte bij liefhebbers van buitensporten, zoals bergbeklimmers, zeezeilers, wandelaars en vissers, om te weten waar men is en waar men naar toe moet.

De polsnavigator heeft een achtkanaals ontvanger waarmee tegelijkertijd datasignalen van acht satellieten kunnen worden opgepikt. Om een locatie te kunnen bepalen, is het noodzakelijk om de signalen van minstens drie satellieten op te vangen. Zo'n vier seconden nadat het GPS-systeem op het horloge in werking wordt gezet, kunnen op het schermje de breedtegraad (in graden, minuten en seconden noord of zuid) en de lengtegraad (in graden, minuten en seconden oost of west) worden afgelezen. Deze data kunnen worden gebruikt om de locatie op een kaart te bepalen.

Na het specificeren van de locatie kan de polsnavigator op grafische wijze de richting naar en afstand tot de bestemming weergeven. Als voor de continue afleesfunctie wordt gekozen, zullen onderweg voortdurend aanpassingen plaatsvinden. In dat geval kunnen ook de snelheid en de koers worden weergegeven en zal het horloge zelfs een inschatting van de aankomsttijd berekenen. De data van 200 verschillende locaties kunnen in het geheugen van de Casio horloge worden opgeslagen, zodat het mogelijk is om later de afgelegde route nog eens te traceren of een specifieke locatie terug te vinden.

Als een buitenlandse reis wordt gemaakt, zal het horloge op basis van het GPS-systeem automatisch de tijdswijziging aanpassen.

Om het horloge zou klein mogelijk te maken, zijn de interne circuits in verschillende lagen aangebracht. Tussen deze circuits is een dunne isolatielaag aangebracht om interferentie te voorkomen. Om het energieverbruik van het horloge te minimaliseren heeft Casio een chip ontworpen die het mogelijk maakt om de GPS-data op basis van een energieverbruik van slechts 3V op te kunnen pikken. Een standaard lithium batterij (CR2) maakt het mogelijk om 600 GPS bepalingen te kunnen doen, hetgeen overeenkomt met een continue afleesfunctie gedurende 10 uur waarbij de data iedere minuut een keer worden aangepast. De GPS-data worden opgeslagen in de EEPROM (elektrisch herprogrammeerbaar geheugen) van het horloge en gebruikt om in relatie tot de voorgeprogrammeerde tijd- en locatiedata de metingen voor plaatsbepaling uit te voeren. Hierdoor kunnen de nieuwe data, zelfs na het vervangen van de batterij, snel worden afgelezen. Een nieuw soort intermitterend ontvangst circuit (periodieke ontvangst van data) reduceert het energieverbruik in de 'stand-by' modus aanzienlijk. Een 'quick measurement' modus maakt het mogelijk om de data vanuit de 'stand-by' modus binnen 4 seconden te kunnen aflezen.

De polsnavigator van Casio kost ongeveer ¥ 60.000 (€ 540,=). Voor deze prijs heeft de consument een apparaat met de volgende specificaties.

Tot besluit

In het verleden heeft de Japanse overheid overwogen om een eigen GPS systeem op te zetten. In 1997 is echter besloten om hiervan af te zien. De kosten die ermee gemoeid waren, bleken te hoog. Japan heeft besloten om te investeren in de ontwikkeling van infrastructurele voorzieningen en toepassingen die aansluiten op het Amerikaanse GPS.

Japan heeft zich gespecialiseerd in de commerciële ontwikkeling en toepassing van GPS-technologie. De meeste GPS-toepassingen behoren min of meer tot de consumentenelektronica. Het bedrijfsleven streeft naar een vergroting van het marktaandeel en commercieel leiderschap door middel van massafabricage van kwalitatief hoogwaardige GPS-producten die relatief laag geprijsd zijn. Voor een aantal specifieke toepassingen is meer gespecialiseerde apparatuur ontwikkeld.

Marktverzadiging geeft aanleiding voor het bedrijfsleven om zich sterk op export te oriënteren. Tegelijkertijd wordt er hard gewerkt aan het ontwikkelen van nieuwe GPS-toepassingen. Vooral in combinatie met mobiele telefonie zullen er de komende jaren naar verwachting nieuwe producten en nieuwe vormen van dienstverlening op de markt komen.

Bron

- (1) <http://mekira.gsi.go.jp/ENGLISH/crstanime.html>
- (2) <http://mekira.gsi.go.jp/ENGLISH/index.html>
- (3) <http://www.gsi.go.jp/ENGLISH/>
- (4) <http://www.mlit.go.jp/koku/ats/e/mtsatsat/role/01.html>
- (5) <http://www.motnet.go.jp/koho99/mtsatsat/MTovrvw.htm>
- (6) <http://www.vics.or.jp/english/whats/miryoku/miryoku.html>
- (7) <http://www.ijinet.or.jp/vertis/e-frame.html>
- (8) http://www.hido.or.jp/HIDO_e/index.htm
- (9) www.busnavi.net.tokyo/