DAMASCUS UNIVERSTIY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

UINTE OF TOPOGHRAFI ENGINEERING

جامعة دمشق

كلية الهندسة المدنية

قسم الهندسة الطبوغرافية

حلقة بحث بعنوان

نظام تحديد المواقع العالمي الـ GPSوتطبيقاته

إشراف الدكتور : م.معن حبيب

إعداد الطالب : محمد باسل محفوظ

الفئة : الثالثة

الزمرة : 12

نظام تحديد المواقع العالمي الـGPS وتطبيقاته

مقدمـــــة:

شـهدت جميـع نـواحي الحيـاة تطـورات مذهلـة مـن التكنولوجيـا الحديثـة الواعـدة، أهمهـا تكنولوجيـا الأقمـار الصـناعية التـي نـتج عنهـا ثـورة الاتصـالات ،ومـا الـ(GPS) إلانتاج هذه الثورة والتقدم المذهل للنشاط الإنساني عبر العالم.

لقد مكن هذا النظام من رؤية الكرة الأرضية بحجمها الهائل، كما لو أنها الكرة الأرضية التي نضعها أمامنا على المكتب،و نستطيع تدويرها كما نشاء لرؤية أي بلد بتفاصيله وأبعاده ومكوناته من مدن وطرق ومطارات وموانئ ومحطات قطارات....

تعريف جهاز الـGPS :

كلمة GPS هي اختصار لـGlobal Positioning System نظام تحديد الموقع العالمي. وقد طُوِّرت هذه المنظومة من قبل وزارة الدفاع الأمريكية عام 1973م، وبكلفة مقدارها (12) مليار دولار أمريكي. كان الهدف الأساسي من شبكة الأقمار الصناعية عسكرياً بحتاً، ولكن في عام 1980م سمحت الحكومة الأمريكية بأن يكون هذا النظام متاحاً للاستخدامات المدنية. يعمل هذا النظام في كافة الظروف الجوية وفي كل مكان في العالم وعلى مدار 24 ساعة في اليوم، ولا يُشترط الاشتراك من أجل الحصول على هذه الخدمة لأنها مجانية .

أجزاء الجهاز :

يتألف جهاز الـ GPS من ثلاثة أجزاء رئيسية :

1- الجزء الفضائي (Space Segment) :

وهو عبارة عن مجموعة من الأقمار الاصطناعية (عددها 24 قمراً) موزعة في ستة مدارات، يحتوي المدار الواحد أربعة أقمار صناعية ، ولقد رتبت المدارات بحيث يمكن مشاهدة الأقمار الصناعية الأربعة في السماء بآن واحد في أي وقت ومن أي نقطة على سطح الأرض. وقد تبين بالتجربة إنه في أي مكان ليس فيه

عوائق على سطح الأرض يمكن للمستخدم مشاهدة عدد من الأقمار يتراوح فيما بين ستة و عشرة أقمار طوال اليوم .

وتُرسل الأقمار إشاراتها على ترددين من النطاق الترددي (L)، التردد الأول (ميجاهرتز1575.42 :L1) والتردد الثاني(ميجاهرتز1227.6 : L2)

2- جزء التحكم والسيطرة (Control Segment):

يتكون هذا الجزء من الوسائل اللازمة للوقوف على مدى صلاحية إشارة الأقمار الصناعية ،وللاتصال بها عن بعد وتتبُّع مساراتها وحساب مواقعها وتصحيح الساعات المحملة عليها والتحكم فيها. تعتمد فكرة عمل جزء التحكم الأرضي على مراكز التتبُّع الأرضي التي تقوم بتعقب إشارات كل الأقمار الصناعية المتاحة في مجال رؤيتها كل 1.5 ثانية، ويستخدام هذا الجزء بيانات طبقة الأيونوسفير الجوية المتأينة وبيانات الأرصاد الجوية التي تُجمع كل خمس عشرة دقيقة، ويتم نقلها إلى محطة التحكم الأرضية الرئيسية عبر وصلات اتصال أرضية .

الشكل (1)

الشكل (1) الاتصال بين المحطات الأرضية والأقمار الصناعية

وتقوم محطة التحكم الأرضية الرئيسية بالكثير من المهام المهمة منها:

- تجميع البيانات التي ترسل إليها من محطات التتبُّع الأرضية.
- رصد حركة الأقمار، وتحديد مدار كل قمر (أي حساب إحداثيات موضعه) وحساب بيانات مداره ثم إرسالها إلى كل قمر على حدة.
- الوقوف على حالة ساعات كل الأقمار الصناعية وتوقع أدائها ومعرفة مقدار انحرافها عن الوقت الصحيح.
- تصحيح الخطأ والانحراف في ساعات الأقمار الصناعية.

تقوم محطات الاتصال الأرضية بإرسال واستقبال البيانات من وإلى الأقمار الصناعية باستخدام ترددات (S-band) فتقوم الأقمار الصناعية بتحديث مواضعها في مدارها وضبط ساعاتها، ثم ترسل هذه البيانات في إشاراتها إلى المستخدم من خلال ترددات(L-band)

3- جزء المستخدمين للنظام (User Segment) :

يتكون جزء المستخدمين من جهاز مُستقبل يسمى وحدة الاستقبال لنظام الـ (GPS)، ومهمته استقبال الإشارة من مجموعة الأقمار الصناعية وعرضها جاهزة للاستخدام المطلوب.

آلية عمل نظام الـ GPS:

تدور الأقمار حول الكرة الأرضية في مدارات محددة ودقيقة جداً مرتين في اليوم الواحد، وخلال دورانها تبث إشارات(أمواج حاملة) تحمل معلومات إلى الأرض .ويقوم جهاز الاستقبال (GPS) باستقبال هذه المعلومات، ويجري بعض العمليات الحسابية ليحدد بالضبط موقع المستخدم. كما تستقبل المحطات الأرضية هذه المعلومات أيضاً من القمر الصناعي، وعلى أساسها تقوم هذه المحطات بتزويد القمر بالمعلومات اللازمة من أجل أن يعمل على الوجه الأفضل، مثل التوقيت والمدار والموقع.. وهذا يعني أن الاتصال مزدوج بين المحطات الأرضية والأقمار الصناعية.

⇦ الموجتان الحاملتان Carrier Wave Signals :

وهما أساس إشارة جهاز مستقبل الـ GPS وترددهما داخل حزمة L-Band من الطيف الكهرومغناطيسي. تبث كل أقمار نظام الـ GPS الموجتين الحاملتين بنفس التردد. إن هاتين الإشارتين موجهتان بشكل عالٍ، وقادرتان على الانتقال عبر طبقات الغلاف الجوي لمسافات كبيرة، ومعرضتان للانعكاس والحجب بواسطة الأجسام الصلبة.

⇦أساسيات تحديد الإحداثيات على الأرض:

تكمن الفكرة الأساسية في استخدام الأقمار الصناعية في الفضاء كنقطة معلومة الإحداثيات لتحديد الإحداثيات على الأرض. ينبغي على جهاز الاستقبال (GPS) أن يعرف شيئين أساسيين ومهمين:

أين تقع هذه الأقمار الصناعية ؟ الموقع.

كم تبعد هذه الأقمار عن الجهاز ؟ المسافة.

الموقع: يستطيع الجهاز المستقبل تحديد الموقع من خلال المعلومات الملتقطة من القمر الصناعي والموجودة ضمن الرسالة الملاحية، وهذه المعلومات يُرسلها القمر باستمرار ويخزنها الجهاز المُستقبل في ذاكرته، كما تُحدَّث بشكل مستمر من المحطات الأرضية.

المسافة: بعد أن قام المستقبل بتحديد مواقع الأقمار في الفضاء بدقة، يستطيع الآن تحديد بُعد هذه الأقمار عنه، وذلك عن طريق إيجاد حاصل الضرب بين الفترة الزمنية التي تستغرقها إشارة GPS للانتقال من القمر الصناعي إلى موقع المستقبل وبين سرعة الضوء:

بعد القمر عن موقع المستقبل = زمن انتقال الإشارة من القمر للمستقبل× سرعة الضوء

إن معرفة المسافة لقمر واحد مازالت غير كافية لحساب موقع المستقبل ثلاثي الأبعاد، لذلك يحتاج المستقبل إلى أربعة رصدات لأربعة أقمار مختلفة كي يستطيع تحديد موقعه بدقة .

الشكل (2) تقاطع الأسطح الكروية التي مركز كل منها أحد الأقمار الصناعية الثلاثة مع سطح الأرض يعطي نقطة هي المكان الموجود فيه جهاز GPS المستقبل

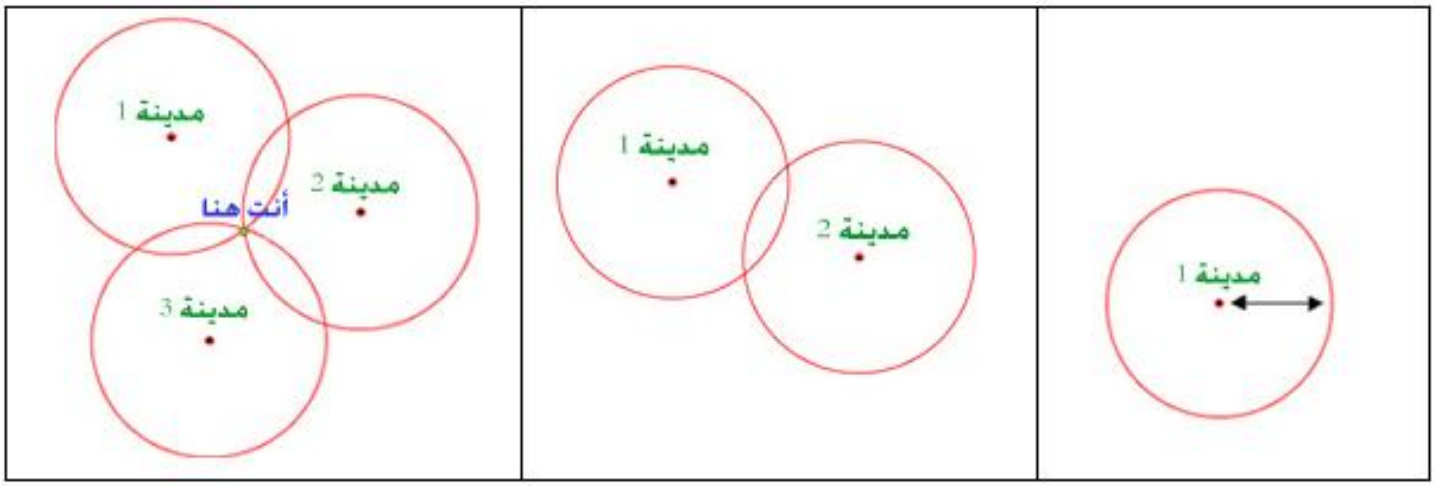
وهنا يخطر في بالنا سؤال لماذا نستخدم ثلاثة أقمار صناعية ؟

الشكل (2)

تخيل أنك فقدت الإتجاهات تماماً في أحد المناطق في الصحراء وعندما قابلت أحد الأشخاص سألته أين أنا الأن؟ فأجابك أنت على بعد 500 كيلو متر من المدينة 1 لاشك أن هذه المعلومة لن تفيدك كثيراً في تحديد موقعك بدقة لأنك تستطيع رسم دائرة حول مدينة 1 نصف قطرها 500 كيلومتر،و يمكن أن تكون أنت في أي جزء فيها ،ولكن لو سألت شخص أخر وأخبرك بأنك على بعد 550

كيلومتر من مدينة 2 فهنا تصبح الأمور أسهل لأنك ستكون في أحد نقطتي التقاطع بين الدائرتين حول المدينة 1 والمدينة 2 وتحتاج إلى معلومة إضافية من شخص ثالث لتعرف بالضبط على أي النقطتين أنت موجود الأن .

الشكل 3 يلخص هذا المثال ويوضح الهدف من الأقمار الثلاث.



الشكل (3)

تطبيقات نظام GPS :

1. في مجال الطيران والملاحة الجوية :تستخدم الطائرات نظام الـ GPS لتحديد الطرق الجوية، ومناطق الاقتراب من المطار، وعملية الهبوط الآلي على الممرات. ويُستخدم كذلك في المطارات ذات الأجواء الضبابية، وانعدام الرؤية، وتم اعتماده بشكل كلي في المطارات الأمريكية للدقة العالية، وتفادياً للأخطاء البشرية. كما أفاد هذا النظام شركات الطيران إذ وفر لها كثيراً من نفقات التشغيل لرحلاتها الجوية حيث إنه يعطي أقصر الطرق الجوية لمطارات الوصول.
2. في مجال الملاحة البحرية: لقد غيَّر نظام GPS الطريقة القديمة في الملاحة البحرية،و بوجه خاص في العمليات البحرية التي تشمل عمليات البحث والإنقاذ. كما ويوفر أسرع وأدق وسيلة للملاحة البحرية في ما يتعلق بقياس السرعة وتحديد موقع السفينة. وهو الأمر الذي يؤمن مستويات أعلى من السلامة والكفاءة للإبحار في جميع أرجاء العالم. يهتم قبطان السفينة خلال الملاحة البحرية بمعرفة موقع سفينته عندما تكون في عرض البحر، ومعرفة الموانئ المزدحمة والمعابر المائية. ويحتاج القبطان عندما يكون في عرض البحر إلى تحديد دقيق لموقع سفينته وسرعتها

ووجهتها، لضمان أن تصل السفينة إلى غايتها بأعلى درجات السلامة، وبأقل التكاليف، وفي الوقت المحدد حسبما تسمح الظروف. وتكتسب الحاجة إلى معلومات دقيقة حول الموقع الذي تكون السفينة فيه أهمية أكبر عند مغادرة السفينة للميناء وعند العودة إليه.
يَستخدم البحارة بصورة متزايدة البيانات التي يوفرها نظام الـ GPS في مسح الأعماق وتثبيت العوامات وتحديد مواقع الخطورة الملاحية ورسم الخرائط .
وتستخدم أساطيل الصيد التجاري هذا النظام في الإبحار إلى أفضل مناطق الصيد، وفي تتبُّع هجرات الأسماك، وفي ضمان الالتزام بالقوانين المعمول بها في هذا الشأن.
وكذلك يُستخدم هذا النظام للاستدلال على أماكن السفن المفقودة في البحار، وتقوم شركات النقل البحري بتتبع حركة سفنها، ومساراتها في البحار، كما يُستخدم في قوارب النزهات أيضاً.

3. في مجال النقل البري: توفر الإنتاجية والدقة اللتان تنجمان عن استخدام نظام الـ GPS فعاليات متزايدة وسلامة مرتفعة لوسائل النقل ومستخدميه ،وبخاصة التي تستخدم الطرق السريعة وأنظمة النقل العام. وقد انخفضت المشاكل المرتبطة بتحديد المسارات ومتابعة وسائل النقل التجارية بصورة ملحوظة بمساعدة هذا النظام. وهذا ينطبق أيضاً على إدارة أنظمة النقل العام وأطقم صيانة الطرق ومعدات الطوارئ.
هذا ويساعد نظام الـ GPS المسؤولين في مهمة رسم استراتيجيات فعالة تستطيع أن تحافظ على مواعيد وصول وانطلاق عربات النقل العام وفقاً للجداول المعروفة، وأن تُخبر المسافرين بمواعيد الوصول الدقيقة. كما تستخدم أنظمة النقل العام هذه الإمكانية في تتبُّع خطوط الباصات، وسائر الخدمات لتحسين الأداء، كما يساهم في رفع مستوى السلامة المرورية من خلال تتبع حركة المركبات وتوجيهها.

4. في مجال السكك الحديدية: يؤمن نظام الـ(GPS) ،بالتضافر مع أجهزة استشعار وأجهزة كمبيوتر ونظم اتصال ، تحسين مستوى السلامة والأمان وكفاءة التشغيل. كما يساعد في تخفيض عدد الحوادث والتأخيرات وتكاليف التشغيل، وكذلك يساهم في زيادة قدرة الخطوط الحديدية، وفي توفير الراحة للمسافرين ،وتخفيض ما ينفق من أموال.
كما و يوفّر جملة من المعلومات الدقيقة والفورية حول مواقع القاطرات وعربات السكك الحديدية ومعدات الصيانة المستخدمة على القضبان والمعدات المتمركزة بجانب الخطوط الحديدية يتكامل مع التشغيل الكفء لشبكات السكك الحديدية.
يُعد ضمان مستويات عالية من السلامة، وتحسين كفاءة تشغيل السكك الحديدية، وتوسيع قدراتها أهدافاً أساسية لصناعة مسارات السكك الحديدية اليوم. إن معظم شبكات السكك الحديدية تتكون من امتدادات طويلة من مجموعة منفردة المسار، ولذلك

فالقطارات التي تسير إلى وجهات تُعد بالآلاف، يتعيَّن عليها أن تتشارك في وقتٍ متزامن في استخدام هذه المسارات المنفردة الخط.
تنطوي المعرفة الدقيقة للموقع المحدد للقطار على أهمية قصوى لمنع وقوع الاصطدامات، والحفاظ على التدفق السلس لحركة السير، وتقليل حالات التأخير إلى أدنى حدٍ ممكن. لذلك من المهم، ولأسباب تتعلَّق بالسلامة والكفاءة، أن نعرف موقع هذه القطارات وأداءَها بصورة فردية، وذلك على مستوى الشبكة ككل.
إنَّ التحسين الذي دخل على الإشارة الرئيسية لـ "نظام المواقع العالمي"، وهو التحسين المعروف باسم "نظام تحديد المواقع العالمي التفاضلي Differential Global Positioning System"، واختصاراً (DGPS) يعزز درجة الدقة والسلامة داخل نطاق المناطق التي يغطيها النظام. ثم أن المعلومات التي تتوفر عن الموقع تمكِّن مسؤول الإشارة من تحديد على أي من المسارين المتوازيين يقع أي قطار. وعندما نضيف "نظام المواقع العالمي التفاضلي" إلى الوسائل الأخرى للملاحة، وتحديد الموقع في حساب الوقت داخل الأنفاق، وخلف التلال، ومختلف العوائق الأخرى، فإن هذا النظام (DGPS) يستطيع توفير قدرة دقيقة يعتمد عليها في تحديد الموقع عند إدارة حركة سير قطارات السكك الحديدية.
يعتبر "نظام المواقع العالمي التفاضلي (DGPS) "عنصراً أساسياً في مفهوم "التحكم الإيجابي في مسار القطارات Positive Train Control "واختصاراً (PTC)، وهو المفهوم الذي يجري حالياً تبنيه في كثير من مناطق العالم .ويشتمل هذا المفهوم على تقديم معلومات دقيقة عن موقع كل قطار على امتداد خط السكك الحديدية إلى نظم تحكم وقيادة عالية الكفاءة في سبيل وضع أو إنتاج أفضل خطة تشغيل ممكنة: سرعات متنوعة للقطارات، حركة تسيير مرنة لا ترتبك لتغيير المسارات، وأطقم صيانة تنتقل من هنا إلى هناك بأمان سواء على خطوط السكك الحديدية أو خارجها.
يستطيع نظام "التحكم الإيجابي في القطارات (PTC) "تتبُّع موقع قطار ما وسرعته بصورة أدق مما كان عليه الحال في الماضي، كما يستطيع توفير معلومات عن حركة القطار لمسؤولي إدارة السكك الحديدية الذين يستطيعون عندئذٍ أن يعززوا السرعات وحدود الأوزان حسب الضرورة. وعن طريق توفير تتبُّع أفضل لموقع القطارات وسرعتها، فإن نظام (PTC) يزيد من كفاءة التشغيل، ويتيح مقدرة أعلى لخط السكة الحديدية ويعزز قدرات أطقم القيادة ويوفر الراحة للمسافرين والسلامة للشحنات، كما ينتج عنه توفير بيئة طبيعية أكثر أماناً للأشخاص العاملين في الخط.
يستطيع "نظام المواقع العالمي التفاضلي (DGPS) "أيضاً أن يساعد في مسح ورسم الخرائط لهيكل خطوط السكك الحديدية لأغراض الصيانة والتخطيط المستقبلي للنظام.
وعن طريق استخدام "نظام المواقع العالمي التفاضلي (DGPS) "يستطيع المرء أن يحدد بدقة موقع الأعمدة التي ستحمل أرقام الأميال (أو الكيلو مترات)، وصواري الإشارات ونقط الإبراق والجسور، ونقط التقاطع مع الشوارع، ومعدات الإشارة الخ...

كما يستطيع "نظام المواقع العالمي" أن يرتفع إلى المستوى العالي من الدقة الذي يحتاج إليه التشغيل في مناطق المحطات النهائية، وفي أفنية السكك الحديدية (مخازن القطارات) حيث نجد أنه من الممكن أن تسير عشرات الخطوط بشكلٍ متوازٍ.

تطبيق نظام GPS على المركبات الطرقيَّة في سورية:

لا تزال الأجهزة اللازمة لاستخدام هذا النظام غير متاحة للعموم في سورية ويقتصر استخدامها على القطاع العام.

البيانات اللازمة لعمل النظام ضمن المدن السورية:

- مخططات تفصيلية على مستوى الشوارع للمدينة ونقاط الجذب فيها (كالمطاعم والفنادق...)
- بيانات مرورية مكانية تتضمن الاتجاهات على الطرقات، الطرق الممنوعة، التقاطعات العلوية والسفلية، الأنفاق والجسور.
- بيانات وصفية تتضمن كثافة السير على الطرقات وساعات الذروة.
- تسمية الشوارع ونظام العنونة.

البيانات العامة لعمل النظام على مستوى الطرقات العامة:

وتشمل هذه البيانات كل مما يلي:

- خرائط للطرق العامة في سورية.
- بيانات مرورية مكانية تتضمن الاتجاهات على الطرقات، الطرق الممنوعة، التقاطعات العلوية والسفلية، الأنفاق والجسور
- بيانات وصفية تتضمن كثافة السير على الطرقات وساعات الذروة.
- ترقيم الطرقات

الخاتمـــــــة:

تعد الملاحة وتحديد الموقع من الأمور الهامة والحاسمة في العديد من النشاطات، وقد سعى الإنسان في هذا المجال منذ أقدم العصور، في البداية اعتمد على الشمس والنجوم وعناصر الطبيعة، كعلامات في الملاحة، لكن في حالة تلبد السماء بالغيوم يتعذر عليه رؤية الشمس أو النجوم، لذا كانت الحاجة ملحة لطريقة تحديد المواقع في أي وقت وفي كافةالأحوال الجوية، وهـــذا مـــا يؤمنـــه نظـــام تحديـــد المواقـــع العـــالمي الـــGPS.
وقد رأينا إنه تتنوع استخدامات هذا النظام بشكل يصعب حصرها، كما تتعدد فوائده ومنافعه في شتى المجالات، لذا نتمنى زوال كافة العوائق التي تحول دون تطبيقه في بلدنا.

المراجع:

[1] www.hazemsakeek.com

[2] www.albahethon.com

[3] www. ar.wikipedia.org