ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/304153420

Problems, Distresses, and Maintenance of Flexible Pavement and Using of New Technologies in Maintenance

Conference Paper · July 1998

CITATIONS
0

READS
33

4 authors:

Mohammed Taleb Obaidat
Jordan University of Science and Technology; Jadara University
99 PUBLICATIONS **376** CITATIONS
SEE PROFILE

Saad Ahmad Abo-Qudais
Jordan University of Science and Technology
59 PUBLICATIONS **740** CITATIONS
SEE PROFILE

Khalid A. Ghuzlan
Jordan University of Science and Technology
46 PUBLICATIONS **891** CITATIONS
SEE PROFILE

Turki I. Al-Suleiman (Obaidat)
Jordan University of Science and Technology
98 PUBLICATIONS **342** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Computer-Vision Based Systems for Surface Measurements View project

Effect of Aggregate Physical Properties on Hot Mix Asphalt Fatigue. View project

All content following this page was uploaded by Mohammed Taleb Obaidat on 06 May 2019.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

ندوة

بلديات اقليم الشمال ... واقع وطموح

مشاكل وعيوب وصيانة رصفات الطرق واستخدام التكنولوجيا الحديثة في صيانتها

د.سمير أبو قديس

د.محمد طالب عبيدات

م.خالد غزلان

قسم الهندسة المدنية – جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية

July 1998

الملخص :

تمثل رصفات الطرق استثمارا كبيرا جدا وبالتالي فأن عمليات الصيانة مهمة هي الأخرى ، ولعلة من الممكن تقييم حالة الرصفة عن طريق استكشاف مختلف أنواع الخراب الموجودة فيها من تشققات و غيرها . بيد أن استخدام التكنولوجيا الحديثة المتمثلة في استخدام الأتمتة وأنظمة هندسة الرؤيا ، تعد أنظمة سريعة وفعالة لجمع المعلومات وادارة عمليات الجمع والتحليل والتصنيف وادارة الصيانة .

لسوء الحظ فان عمليات جمع المعلومات وتصنيف مختلف أنواع الخراب وعمليات تقييم الرصفة ما زالت تتم بطريقة يدوية مع الأستعانة برأي الخبراء . وهذة الأنواع من طرق جمع المعلومات تمتاز بالدقة ولكنها بنفس الوقت تستهلك الزمن والمال والجهد وتعرض سلامة العاملين للخطر مع حاجتها لرأي الخبراء .

تعرض هذة الورقة أنواع الخراب في الطرق وطرق صيانتها والطرق الحديثة لجمع معلومات الصيانة وتبويب أنواع الخراب وشدته وطريقة صيانتة .

مقدمـــــــة :

تبلغ اطوال الطرق في الأردن ٧٦٠٠كم، تشكل نسبة الطرق الرئيسية منها٤٠% فيما تشكل الطرق الثانوية٢٧% والطرق الزراعية٣٣% ،ان انشاء الطرق وصيانتها في الاردن وفي العالم اجمع تأخذ نصيب الاسد في الميزانيات المخصصة للبنية التحتية، لذلك بات من الضروري ان يتم تقييم حالة الطرق دوريا لدراسة حالتها وتحديد مشاكلها وأنواع خرابها والأسباب التي ادت الى ظهور هذا الخراب وطرق صيانته. وهذه الصيانة اذا نفذت بالطريقة الصحيحة تؤدي الى اطالة عمرها وتوفير في تكاليف الطريق، وتشمل الصيانة اصلاح الخراب في سطح الرصفة مثل التشققات، الهبوط، التمدد، النزف، انخفاض مقاومة الرصفة للانزلاق كنتيجة لبري الركام وتأكل الطبقات السطحية والنزف بالاضافة الى صيانة خنادق وعبارات تصريف المياه، واضافة طبقات جديده الى الرصفة.

ان نوع الصيانة ليس هو الشيء المهم فقط بل أن الوقت الذي تجري فيه هذه الصيانة مهم جدا ايضا، لان اجراء الصيانة في الوقت المناسب يقلل التكاليف بشكل كبير. وغالبا ما يؤدي التأخير في اجراء الصيانة الى مضاعفة التكاليف مرات عديدة، فعلى سبيل المثال حصول تشققات في طبقة الطريق العلوية تتطلب اغلاق الشقوق، لكن ترك هذه الشقوق بدون اغلاق يؤدي الى دخول مياه الامطار في جسم الطريق

التي تسبب عيوب ومشاكل اخرى في تكلفة اصلاحها الى زيادة كبيرة جدا في تكاليف الصيانة(Al-Shareef,1993) . بعد الانتهاء من انشاء الطريق وفتحها لاستخدام المركبات، يبدأ تأثير العوامل الجوية والحمولات المحورية على الطريق وذلك يؤدي الى ظهور مصدر العيوب التي تتطلب اجراء الصيانة اللازمة، ونوع هذه الصيانة يعتمد على نوع العيب وشدته، بالاضافة الى الاسباب المؤدية الى هذا العيب. ان تقييم حالة رصفات الطرق وجمع المعلومات عن انواع الخراب وتصنيفها وبيان اسبابها يعتبر ذو اهمية كبيرة وله تأثير كبير على نوع الصيانة التي ستجري. وتاليا المحاور الأساسية لتقييم حالة رصفات الطرق:

- راحة الركاب اثناء استخدام الطريق
- قوة تحمل الطريق من الناحية الانشائية
- الامان على الطريق من ناحية مقاومة انزلاق المركبات بوجود الاماكن الخطرة نتيجة اخطاء في تصميم مسار الطريق الطولي والعرضي
- الناحية الجماليه

ان الطريقة التي تتم تقييم حالة الطريق بها تعتمد على الدقة المطلوبة، فاذا كانت الدقة المطلوبة منخفضة يكتفى بالمشي على الطريق او على جانبها وتسجيل العيوب الموجوده وتقدير اطوالها او مساحاتها ، وعندما تزداد الدقة المطلوبة يبدأ بأخذ اطوال ومساحات العيوب الموجوده بالقياس المباشر حتى يصل الأمر الى الحاجة الى تقييم تدرج الطريق باستخدام اجهزة خاصة وعمل تجارب على سطح الطريق لتحديد قوة تحملها الانشائية واحيانا اجراء مساحة على مسار الطريق الطولية والعرضية.

اختبار بدائل الصيانة

ان اجراء الصيانة قبل استفحال الخراب في الرصفة يؤدي الى توفير مبالغ كبيرة والى زيادة عمر الرصفة لذلك من المهم جدا اختيار بديل الصيانة المناسب واجراءه في الوقت المناسب وعادة ما يتم اختيار نوع الصيانة اعتمادا على الخطوات التاليه:

١-تقييم حالة الطريق العامة وتحديد الاختلاف او التغيير في حالة الرصفة بين أجزاء الطريق المختلفة(Shahin and Walther,1990).

٢-تحديد معدل حصول انواع الخراب المختلفة في الرصفة مع الزمن ومقارنته مع الطرق وتأثير انواع الصيانة السابقة على معدل حصول هذه الانواع من الخراب.

٣-فحص كل نوع من انواع الخراب الموجودة على حدة وتحديد اسباب حصوله وتقييم شدته ومدى تأثيره على حالة الطريق وتحديد انواع الصيانة الممكنة لهذا النوع من الخراب.

٤-تقييم قوة التحمل الانشائية لرصفة الطريق عن طريق اجراء تجارب لتحديد قوة التحمل او عن طريق دراسة انواع الخراب المختلفة في الرصفة وربطها مع الحمولات التي تمر على الرصفة.

٥-دراسة التدرج في سطح الطريق عن طريق تقييم مستخدمي الطريق لذلك، أو عن طريق ربط التدرج مع انواع الخراب، او عن طريق القياس المباشر باستخدام الاجهزة المخصصة لذلك.

٦-دراسة خطر الانزلاق على سطح الطريق باستخدام الاجهزة المخصصة لذلك ومراجعة سجل الحوادث واسبابها على الطريق .

٧- مراجعة انواع الصيانة التي اجريت سابقا على الطريق وتأثيرها على اداء الطريق وكفاءة هذه الصيانة، ودراسة كميات الصيانة التي اجريت ، فعلى سبيل المثال اذا كانت الترقيعات التي اجريت على الطريق كثيرة فقد يتطلب ذلك كسوة الطريق بوجه ختامي جديد من الخلطة الاسفلتية.

٨-دراسة العوامل التي قد تحد من استخدام نوع معين من الصيانة مثل وجود طريق تستخدمه عدد كبير من المركبات ولا يوجد له بديل، ففي هذه الحالة نظطر الى استخدام نوع من الصيانة يكون اجراءه سريعا حتى لو كانت كفاءته اقل من انواع اخرى من الصيانة.

٩-تحديد بدائل الصيانة المطلوبة بناء على النقاط السابقة واختبار البديل الافضل الذي يحقق اعلى مردود مادي ويعطي اكثر تحسين لاداء الطريق.

الخراب في رصفات الطرق المرنة

يمكن تقسيم الخراب الموجود في الرصفات الى الانواع الاتية:

١- التشققات.

٢-التشوهات.

٣-التحطيم او التكسر للرصفة.

٤-انواع الخراب ذات العلاقة بخطر الانزلاق.

التشقـــقات

فيما يلي الانواع الرئيسة للتشققات:

١-الشقوق التمساحية: وهي عبارة عن شبكة من الشقوق المتصلة والتي تشكل زوايا حادة، السبب الرئيسي لتكون هـــذه الشقوق هو الاحمال الزائدة التي تتعرض لها الرصفة .

٢- التشققات الجانبية: وهي تشققات طولية موازية لحافة الطريق تقع على بعد لا يتجاوز (٠,٣-٠,٦)م من الحافة، السبب الرئيسي لحدوث هذا النوع من الخراب هو قلة دعم كتف الطريق.

٣- الشقوق الطولية والعرضية: وهي شقوق تكون اما موازية او عمودية على محور الطريق وسبب هذه التشققات تغير درجات الحرارة، والشقوق في الطبقات السفلية من الرصفة.

٤- الشقوق الكتلية: تشققات متصلة داخليا على شكل مستطيلات ذات ابعاد تتراوح ما بين (٠,٣-٣) م السبب الرئيســـي لحدوثها هو الفروقات الحرية.

٥-الشقوق الهلالية: وهي ذات شكل هلالي تكثر على المنحنيات وفي المناطق الجبلية وعلى التقاطعـــات حيـــث يكـــثر استخدام البريكات.

التشوهات

السبب الرئيسي لتشوه الرصفة هو ضعف طبقة الاساس (subgrade) او سوء الدمك وفيمـــا يلـــي اهـــم انـــواع التشوهات:

١- التخدد: وهو عبارة عن انخفاض في سطح الرصفة تحت مجرى العجلات، وسببه الرئيسي هو الحمـــولات الزائـــدة على الرصفة أو انخفاض ثبات الخلطة الأسفلتية.

٢-الارتفاعات او الانخفاضات المفاجئة في سطح الرصفة(التموجات):سبب هذا الخراب هو عـــدم اســـتقرار الطبقـــة الاسفلتية.

٣-التدرج: وهي عبارة عن ارتفاعات متتالية في سطح الرصفة على ابعاد تقل عن 30م سببها حركـــة المركبـات ، وعدم استقرار الرصفة.

٤-تكوم الرصفة: بسبب محاولة المركبات دفع الرصفة الامام اثناء عملية التوقف .

٥- انخفاض سطح الرصفة: السبب الرئيسي له هو هبوط التربة اسفل الرصفة.

٦-الانتفاخ: وهو نتوء الى سطح الرصفة على شكل موجه لطول اكثر من ٠,٣ م والسبب الرئيسي لانتفاخ الرصفة هو وجود تربة منتفخة عند وصول الماء اليها في طبقات الاساسات أو تجمد الماء في طبقة الاساس.

٧-الرقع : وهي منطقة في الطريق تمت ازالة موادها واستبدالها باخرى نتيجة لعمل قطع في الطريق لاضافة او صيانة تمديدات صحية، كهرباء ، او هاتف داخل جسم الطريق وقد يستعمل الرقع لاستبدال جزء من رصفة الطريق حصل بـه خراب بدرجة كبيرة.

٨-تقاطع سكة حديد: وهي عبارة عن ارتفاعات وانخفاضات في سطح الرصفة نتيجة تقاطع سكة حديد مع الرصفة.

تحطم الرصفة

هي عبارة عن تحطيم سطح الرصفة الى اقسام متناثرة وهناك نوعان لهذا النوع من الخراب:

١- الحفر: وهي عبارة عن زوال جزء من الرصفة وتشكل حفرة مكانه بقطر لا يتجاوز ٠,٩ م.

٢- اهتراء الرصفة: وهو تناثر حبيبات الحصمة على سطح الطريق نتيجة انسلاخ طبقة الاسفلت عنها.

الخراب المرتبط بخطر الانزلاق

ان انواع الخراب المرتبطة بخطر الانزلاق تشمل:

١- النزف: وهو عبارة عن خروج الاسفلت ليغطي سطح الرصفة لارتفاع درجات الحرارة وقلة الفراغـــات الهوائيـة داخل الرصفة.

٢- فقدان الخشونة(الاحتكاك) في سطح الحصمة: بسبب مرور عدد هائل من المركبات على الرصفة.

٣-التخدد: وهو كما ذكر سابقا انخفاض في سطح الرصفة تحت مجرى العجلات يؤدي الى صعوبـــة تصريـف ميـاه الامطار عن سطح الطريق وبالتالي الى نقصان الأحتكاك بين سطح الطريق وعجلات المركبة عند سقوط الامطار.

فرق الارتفاع بين سطح الرصفة والكتف:-

يعزى سبب هذا الفرق في الارتفاع الى كون الكتف منشأ بمنسوب منخفض بالاصل.

درجات الشدة لمختلف انواع الخراب

تقسم درجات الشدة لمختلف انواع الخراب الى ثلاثة اقسام هي الشدة المنخفضة، المتوسطة، والعالية. وتعتمد درجة شدة التشققات بشكل عام على: عرض الشق، حالة الرصفة حوله، وحالة الشق نفسه من حيث كونة مصـــان ســابقا ام لا (Acosta, et. Al. 1992). ولعل درجة شدة كل من انواع الخراب التالية تعتمد على راحة السائق عند مـــروره عليها:

١- التموجات.

٢- التدرج.

٣- تقاطع سكة الحديد مع الرصفة.

٤- تكوم الرصفة.

٥- الانتفاخ.

خيارات الصيانة

تقسم عمليات الصيانة الى قسمين رئيسين (Garber and Hoel, 1988,)

١- الصيانة: وتتكون من نوعين:

أ- صيانة وقائية مثل حقن الشقوق.

ب- صيانة تصحيحيه مثل عمل الرقع.

٢-عمليات الاصلاح الانشائية: وهذه تشمل عمليات صيانة رئيسة وهي

أ- اعادة الانشاء.

ب- طبقة الاكساء الجديدة.

ج- وضع طبقة جديدة بإعادة استخدام مواد الطبقة السابقة.

انظمة ادارة الرصفات واولويات الصيانة الموجودة

انظمة ادارة الرصفات(PMS)

انظمة ادارة الرصفات تشمل التخطيط، التصميم، الانشاء، والصيانة للرصف(Hass and Hudson 1978) والهدف من كل انظمة الرصفات هو تنظيم انشاء وصيانة رصفات الطرق عن طريق الاستخدام الامثل للموارد الماليه المتوفره. ادارة الرصفات تتكون على مستويين: الاول على مستوى شبكة الطرق ككل والثاني على مستوى المشروع او الطريق بحد ذاتها. وتتلخص فوائد استخدام نظام ادارة الرصفات باستخدام نظام موحد لتقييم حالة رصفات الطرق بحيث يمكن تقييم الطرق المختلفة ومقارنتها مع بعضها البعض، كما يوفر هذا النظام قاعدة للمعلومات عن اداء الطرق وتأثير العوامل المختلفة على هذا الاداء. كذلك نظام ادارة الرصفات يحدد الميزانية التي يحتاجها عمليات الصيانة وتأثير اجراء او تأخير عمليات الصيانة على اداء الطريق، وايضا يوفر هذا النظام امكانية الاستخدام الامثل للموارد المالية في انشاء وصيانة الطرق.لذلك بات من الضروري جدا ادخال هذا النظام الى المؤسسات التي تعني بشؤون الطرق.

انظمة ادارة عمليات الصيانة(PMMS)

وتهدف انظمة ادارة عمليات الصيانة الى تحقيق اعلى فعالية باقل كلفة في عمليات الصيانة.(Riverson et al 1988) وذلك محدودية الموارد المالية.

نظام الPAVER

لتحديد عمليات الصيانة المطلوبة لا بد من تقييم حالة الطريق،ولتحقيق هذا الهدف ظهر نظام الPAVER

معتمدا على ما يعرف بمعامل حالة سطح الطريق (PCI) والذي يمكن استعمالة في عمليات ادارة الرصفات (PMMS).

اولويات الصيانة

من اجل برمجة عمليات الصيانة ، تقوم الجهه المسؤوله عن الطرق بتقييم حالة الطرق وتحديد الطرق التي تستدعي حالتها اجراء الصيانة وبالتالي اجراء الصيانة اذا كانت الاحوال متوفرة لاجراء الصيانة على الطرق التي هي بحاجة الى ذلك. اما اذا كانت الاموال لا تكفي لذلك فنقوم بتحديد اولويات الطرق التي ستجرى عليها الصيانة ، وهذه الاولويات تحدد بحيث يتم اختيار الطريق للصيانة بحيث يعطي اكبر عائد ممكن من هذه الصيانة ، وذلك يمكن تحديده بناء على انواع الخراب وشدته وحجم المرور وتكاليف اجراء الصيانة على الطرق المختلفة.

اما بالنسبة للصيانة الروتينة فمن المهم جدا ان تقوم الجهه المسؤوله عن الطرق بوضع برنامج سنوي لاجراء هذه الصيانة التي تشتمل على اغلاق التشققات وتنظيف عبارات وخنادق ومواسير تصريف المياه قبل فصل الشتاء للتاكد من تصريف المياه بعيدا عن جسم الطريق لان دخول المياه الي جسم الطريق يؤدي الى اضعاف طبقات الطريق وبالتالي الى حدوث خراب كبير في رصفة الطريق.

وبسبب محدودية الموارد فقد ظهرت الحاجة الى وضع اولويات صيانة ومن المعادلات التي طورت لهذه الغاية المعادلة التالية

$$P\% = K * SN^{3.72} * (5 - PCI) * (AADT / 1000) \quad .....(2.1)$$

حيث ان PCI P% هي مؤشر لأولوية الصيانه، تمثل حالة سطح الطريق. AADT تمثل عدد المركبات التي تمر على الطريق خلال يوم، SN تمثل مقياس لشدة الخراب، K ثابت. كما انه وضعت علاقة احصائية اخرى تصنف اولويات الصيانة(Sharaf, 1993) حيث ان معامل المرور يعتمد على عدد المركبات التي تمر على الطريق، ومعامل الخراب يعتمد على نوع الخراب وشدته .

كما انه تم تطوير مجموعة اخرى من العلاقات ادخلت فيها الميزانية لاعمال الصيانة وقد اثبتت فعاليتها.

تأثير الصيانة على التكاليف لمستخدمي الطرق

بالاضافة الى ان التاخير في عملية الصيانه يؤدي الى زيادة الخراب بشكل كبير مما يزيد في تكاليف الصيانه . ايضا هذا التاخير يؤدي الى زيادة فيالتكاليف على مستخدمي الطريق والتي تتضمن تكاليف تشغيل المركبة والحوادث ووقت السفر وعدم الراحة اثناء استخدام الطريق. وبناء على ابحاث سابقة (Hass and Hudson, 1978) فإن تكلفة مستخدمي الطريق تزداد بنسبة ١٥٠% عندما تنخفظ حالة الطريق من الوضع الممتاز مباشرة بعد انشاء الطريق الى الوضع السيء الذي تكون فيه بحاجة ملحة الى الصيانة.

استخدام الانظمة المعرفية والانظمة الذكية في عمليات الصيانة

الذكاء الاصطناعي هو احد فروع علم الكمبيوتر (Adeli, 1986; Leavine, et al 1990) وعند تجهيز برنامج الكمبيوتر بشكل يصبح فيه قادرا على مشاكل معقدة عندها فإن هذا يسمى ذكاء (Waterman, 1986). هناك تطبيقات كثيرة للذكاء الاصطناعي في مجالات كثيرة . كالاقتصاد والطب . والفضاء والهندسة المدنية.

يمكن تعريف النظم الذكية بانها عبارة عن برامج الكمبيوتر الذكية المجهزة بقواعد معرفية تمكن البرنامج من حل المشاكل التي يحتاج حلها الى خبراء مختصين.

مقارنة بين البرامج "عادية والانظمة الذكية

البرامج الاعتيادية تستطيع فقط ان تعمل ما صممت لاجل الفروق بين البرامج الاعتيادية والانظمة الذكية هو ان الانظمة الذكيه هي عبارة عن برامج تحتوي على معلومات وحقائق بشكل هائل، كما ان النظام الذكي يتمتع بخاصية البحث عن طريق الاستنتاج كما ان تقسيم النظام الذكي الى عدد كبير من القواعد والشروط يجعل من السهل فهمه، كما انه يستخدم الاستنتاج في الوصول الى النتائج النهائية، هذا بالاضافة الى ان الانظمة الذكية بالغة التفاعل مع المستخدم وتعطي نتائج ذات جودة عالية.

مقارنة بين الانظمة الذكية والشبكات العصبية الذكية

يمكن تعريف العصبية الذكية ANNs بانها عبارة عن نظام حسابات مكون من مكونات بسيطة بالغة التداخل والتفاعل الداخلي والدائمة التغير حتى تعطي النتيجة النهائية(Farghri and Hua, 1990). من الفروقات الرئيسية بين الشبكات الذكية والانظمة الذكية هو ان الشبكات الذكية تستخدم طريقة ذكاء مختلفة في التحليل، وهي اكثر مرونة مع المعلومات ولها عدة طرق تعليم. كما انها تستخدم طرق مختلفة في الحسابات، كما انه عند تطوير الشبكة الذكية تتعدم الحاجة الى أي برمجة جديدة. لقد تم استخدام نظام الشبكات الذكية في التقييم الاتوماتيكي لحالة سطح الرصفة حيث اظهر هذا النظام فعاليته.

ادوات الانظمة الذكية

هناك ثلاثة انواع رئيسية من الانظمة الذكية وهي:

١- لغات البرمجة مثل لغة فورتران ولغة لسبز

٢- لغات المعرفة الهندسية مثل الشل(SHELLS).

٣- الانظمة المساعدة.

واكثر هذه الانواع انتشارا هو الSHELLS .

اقسام الانظمة الذكية

تقسم الانظمة الذكية من حيث العمل الى قسمين الاول يستخدم الشروط والمعطيات في الوصول الى النتيجة، والاخر من معرفة النتيجة يعمل على استنتاج الشروط (Kretsch, 1988).

استخدامات الانظمة الذكية في عمليات الصيانة

استخدام الانظمة الذكية في ادارة الانظمة المرورية اصبح منتشرا ويلقى تشجيعا كبيرا. كما اثبتت الدراسات في السنوات الاخيرة ان الانظمة الذكية ذات فائدة كبيرة لعمليات الصيانة(Haje at al., 1987; 1988).

لقد اظهرت كافة الدراسات ان استخدام الانظمة الذكية في عمليات الصيانة تسهل عملية اتخاذ القرار.

التكنولوجيا الجديدة في الرصفات وصيانتها

الاتمتة في انشاء الطرق

الاتمتة في انشاء الطرق تهدف الى جعل معظم عمليات الانشاء تتم بشكل اتوماتيكي وذلك لزيادة الفعالية والجودة وحفظ الزمن والجهد والمال.

هذا وقد استخدم مجموعة من الربوتات (الرجال الاليين) في الحفر الاتوماتيكي المطلوب في احد مشاريع الطرق ولكن هذا تم على سبيل البحث وليس على الصعيد التجاري(Zhou and Weast, 1991).

التطور في اتمتة عمليات الانشاء

لقد تم التوسع في هذا المجال حيث قامت شركة فرنسية باستخدام جهاز لتركيب البلوك على جوانب الطرق بشكل اتوماتيكي. كما تم اعداد انظمة آلية لتركيب دعامات الجسور، وحفر الانفاق واكساءها بالباطون بشكل آلي بالكامل تقريبا(Baker at al., 1987; Li et al., 1991).

التطور في اتمتة عمليات الصيانة

لقد ادخلت معدات جديدة في مجال صيانة المنشأت مثل الصيانة للدعامات الباطونية داخل الانفاق,Rudall) (1989.كما تم تطوير طرق اتوماتيكية لصيانة الشقوق وحقنها في ولاية كاليفورنيا,.Skibiewshis et al) (1990هذا بالاضافة الى رادار يستطيع اختراق طبقات الرصفة لحساب سماكة طبقات الرصفة.

الجمع الاتوماتيكي لانواع الخراب في الرصفة

تظهر الحاجة الى نظام اتوماتيكي لجمع المعلومات حول خراب الرصفة للاسباب التالية:

١- يتم جمع المعلومات وتحليلها بشكل اتوماتيكي بالكامل.

٢- تقليل الدور البشري الى اقل الحدود.

٣- تقليل الخطأ وعدم الدقة المرتبط بالعامل البشري.

٤- تؤدي الى توفير بالمال.

من الجدير بالذكر انه تم تطوير نظام اتوماتيكي لمسح الطرق وكشف انواع الخراب فيها من على سيارة متحركة بسرعة تصل الى ٦٠كم/ساعة تمسح طريق بعرض ٤ (Fukuhara 1989).

استخدام التصوير في صيانة الرصفات

لقد تم استخدام كاميرات غير مترية بالاضافة الى ستيريو بلوتر لتقييم حالة سطح الرصفة مجهزة بسبارة متحركة بالاضافة الى برنامج كمبيوتر جاهز كتطبيق لاستخدام التصوير الجوي من قرب. كما انه تم استخدام نظام رؤيا مكون من كميرات متحركة لتحديد انواع الخراب في الطرق من شقوق وغيرها عن طريق التحليل اللوني للصور المأخوذة وقد اثبتت هذه الطريقة فعالية (Baker et al., 1987).

كما ان هناك بعض الابحاث ركزت على الخصائص الفيزيائية للخراب(الملموسة) حيث استعمل رؤيا مصحوب بالكمبيوتر لتحديد نوع الخراب وشدته(Acolta et al., 1992). وتم استخدامها في جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية من اجل تحديد انواع الخراب وشدته (Obeidat et., al. 1998).

العناصر المؤثرة على دقة النتائج

ان اهم العوامل المؤثرة على دقة القياسات الناتجة من الصور هي كما يلي(El-Hakim, 1989).

١- وضوح الصورة.

٢-وضعية الكاميرات.

٣-جودة معايرة الكاميرات.

بينما تعتمد دقة احداثيات الجسم المرصود على:

١-نسبة المسافة بين الكاميرتين الى بعد الجسم المرصود(B\H).

٢- مقياس التكبير للهدف المرصود.

٣- زاوية التقارب للكاميرات .

٤- عدد وتوزيع النقاط المعروفة الاحداثيات وثبات الكاميرات.

النظام المعرفي

لقد تم تطوير نظام معرفي لتصنيف انواع الخراب ودرجات شدتها وطرق معالجتها باستعمال احداثيات(X,Y,Z)لنقاط مختارة على سطح الرصفة في منطقة الخراب وما يرتبط بها كمدخلات للنظام، حيث ان هذه الاحداثيات محصلة من نظام الرؤيا. الاهداف الرئيسية لدمج النظام المعرفي بنظام الرؤيا تشمل (Obeidat et., al. 1998):-

١- الحصول على قياسات للهدف المرصود بدور لمسه مما يعني توفير بالوقت والحصول على دقة افضل.

٢- التقليل من الخطورة اثناء جمع المعلومات عن حالة الطرق من خلال تطوير طرق جمع المعلومات.

٣- سهولة استعمال هذا النظام للشخص غير الخبير في هذا المجال(نظام الPAVER).

٤- اتمتة بعض عمليات تصنيف مختلف انواع الخراب.

مدخلات المعلومات

المعلومات المستخدمة كمدخلات للنظام المعرفي كانت على نوعين الاول احداثيات(X,Z,Y) مختارة على سطح الرصفة حول وفي منطقة الخراب والثاني مقدار الدقة في الاحداثيات ولكنها هنا لم تستخدم حيث اعتبرت ثابته. ويمكن تقسيم المعلومات المدخلة في النظام المعرفي الى الاقسام التالية:

١-احداثيات النقاط الداخلية للخراب(X,Z,Y).

٢- احداثيات النقاط الواقعة على محيط المنطقة الموجود فيها الخراب(X,Z,Y).

٣- احداثيات النقاط الواقعة على الطرف الايمن للرصفة على امتداد منطقة الخراب (X,Z,Y).

٤- احداثيات النقاط الواقعة على الكتف الايمن للرصفة المحاذية لمنطقة الخراب (X,Z,Y).

٥- احداثيات نقاط واقعة على جانبي الشق وذلك لحساب عرض الشق في حال كون الخراب هو احد انواع الشقوق.

المتغيرات المستعملة في النظام المعرفي

لقد تم استعمال العديد من المتغيرات في النظام المعرفي وذلك للوصول الى النتيجة النهائية حول نوع الخراب ودرجة شدته وطرق معالجته. يمكن تلخيص هذه المتغيرات ورموزها كما يلي:

١- الشكل: وهو متغير يحدد الشكل العام للخراب حيث تم تقسيمه الى ستة اشكال رئيسية هي: الطولي، الشكل المستطيل، الدائري، الشبكي حاد الزوايا، نصف الهلالي. واي شكل لا يحقق أي من خصائص هذه الاشكال يعتبر بانه من نوع سمي غير ذلك(ELSE).

٢- وضعية الخراب: وهذا المتغير يرمز الى وضعية الخراب بالنسبة الى الحافة اليمنى للرصفة من حيث كـــون هــذا الشكل عمودي على امتداد الرصفة او موازي له او غير ذلك.

٣- المسافة من حافة الرصفة: حيث أعتبرت الحافة اليمنى للرصفة هي المرجع الذي تحسب إليه ابعاد مركــز الخــراب عنه.

٤-متوسط القطر: يستعمل هذا المتغير للاشكال الدائرية مثل الحفر.

٥- الفرق بالارتفاع بين الحواف الخارجية للخراب وبين الاجزاء الداخلية منه: هنا أعتبر أن قيمة المتغير موجبة عندمــا تكون الاجزاء الداخلية للخراب اعلى من الرصفة المحيطة ، بينما اعتبرت قيمة المتغير سالبة عندمــا تكــون الاجــزاء الداخلية للخراب اقل ارتفاعا من الرصفة المحيطة كما هو الحال في الحفر.

٦- اقصى عمق للخراب: يستعمل هذا المتغير في انواع الخراب التي يوجد فيها فروق في الارتفاعات عــن الرصفــة المحيطة مثل الحفر.

٧- متوسط عمق التحدد: هذا المتغير خاص بالتخدد لغايات حساب درجة شدته.

٨- الفرق بالارتفاع بين حافة الرصفة والكتف: ويستعمل هذا المتغير لتحديد وجود فرق ملموس بالارتفاع بين الرصفــة والكتف وبالتالي تحديد وجود خراب ام لا حسب شروط نظام الPAVER.

٩-طول الخراب : اهم استعمالات هذا المتغير عندما يكون نوع الخراب هو احد انواع الشقوق، كما يستعمل عند وجود انتفاخ في سطح الرصفة.

١٠- عرض الشق: وهذا المتغير خاص بالشقوق فقط.

مقياس التصنيف

تصنيف الخراب قسم الى ثلاثة مراحل وهي تصنيف نوع الخراب، تصنيف درجة شدة الخراب، وتصنيف المعالجة لــهذا الخراب. طرق التصنيف المتبعة جميعها كانت اعتمادا على قواعد وحقائق اذا كان.. فأن بحيــث تســتعمل المتغــيرات للوصول الى النتيجة النهائية.

التصنيف الشامل للخراب

في هذه المرحلة يتم تحديد نوع الخراب باستعمال قواعد وحقائق اذا كان.. فأن، المقاييس المستخدمة في هذا التصنيــف كانت كما يلي:-

١-تحديد نوع شكل الخراب.

٢- تطوير مصفوفة القرار بحيث يحدد لكل شكل من اشكال الخراب المعتمدة سابقا المتغيرات اللازمة لتحديد نوع الخراب.

٣- تحديد نوع الخراب اعتمادا على المتغيرات المطلوبة لعملية التصنيف.

تصنيف درجات الشدة اعتمادا على نظام ال PAVER

في هذه المرحلة يتم تحديد درجة شدة الخراب اعتمادا على نظام ال PAVER مع استعمال ناتج التصنيف الشامل، أي نوع الخراب كمدخل لهذه المرحلة من التصنيف.

الاحداثيات الثلاثية 3-D للجسم الموجود

استخدام برنامجINTERSECTION لتحصيل الاحداثيات الثلاثية XYZ باستخدام الاحداثيات على صور كمدخلات لهذا البرنامج(obaidat,1994)طريقة تحصيل الاحداثيات الثلاثية تعتمد على معادلات للنقاط على الجسم(Wong, 1980).

المتغيرات المستعملة في النظام المعرفي

مدخلات النظام المعرفي تشمل المجموعات التالية من المدخلات:

١- الاحداثيات الثلاثية XYZ للنقاط الخارجية من الخراب.

٢- الاحداثيات الثلاثية XYZ للنقاط الداخلية للخراب.

٣- الاحداثيات الثلاثية XYZ لنقاط الحافة اليمنى للرصفة.

٤- الاحداثيات الثلاثية XYZ لنقاط مختارة على الكتف الايمن للطريق.

٥- الاحداثيات الثلاثية XYZ على الاقل لنقطتين على حافتي الشق.

نظام المحاور المستخدم كان كالاتي : محور Xعلى امتداد الخط الذي يقطع الطرق بحيث تزداد قيمةX بالاتجاه نحو اليمين ، محور Y يمثل اتجاه الطريق او اتجاه سير المركبة مع ازدياد قيمةY عند السير للامام، اما محور Z فهو يمثل الارتفاع والانخفاض مع اعتبار الارتفاع لاعلى يزيد قيمةZ .

خطوات الحصول على المعلومات في الاتمتة

الخطوات التالية تمثل طرق الحصول على المعلومات او النتائج:

١- اخذ صور للحائط المستوي(حائط المعايرة).

٢- اخذ صور للمنطقة الموجود فيها الخراب.

٣- اعادة اخذ الصور لحائط المعايرة المستوي مرة اخرى بعد التصوير الخارجي.

٤- استخدام برنامجSVIP لنقل الصور من شريط الفيديو الى الكمبيوتر بصيغةXY.

٥-استخدام برنامجDRSTEREO لحساب الاحداثيات على الصور.

٦- ايجاد معلومات الكاميرا باستخدام برنامج خاص بالمعايرة اسمه PLANE.

٧- حساب الاحداثيات الثلاثية للنقاط المرصودة باستخدام برنامجINTESECTION.

٨- تمثيل النقاط ثلاثية الاحداثيات برسومات ذات بعدين وثلاث ابعاد.

٩- مقارنة النتائج النهائية باستخدام نظام الرؤيا مع النتائج المحصلة بالقياس التقليدي.

خطوات تصنيف الخراب

ان هذا النظام معتمد على المراحل حيث انه يأخذ النتائج المحصلة من نظام الرؤيا(التصوير المزدوج) بعد وضعها بصيغة مناسبة ليتمكن النظام المعرفي من قراءتها ليبدأ عملية تحليلها التي تتكونه من:

١- ترتيب الاحداثيات الثلاثية حسب موقعها في الجسم أي في أي ربع تقع، مع ملاحظة ان هذه النقاط مأخوذة لكل من الحواف الخارجية للخراب والاجزاء الداخلية له ونقاط تمثل الحافة اليمنى للرصفة والكتف الايمن للطريق وعرض الشق ان وجد.

٢- عند تشغيل النظام المعرفي سوف يبدأ بعملية تصنيف الخراب وتكون على ثلاث مراحل:

أ- تحديد نوع الخراب.

ب- تحديد درجة شدته.

ج- تحديد طرق المعالجة.

مع حساب معامل سطح الرصفةPCI.

وباستخدام الانظمة المعرفية فان الكمبيوتر يستطيع ان يعطي قرارا عن نوعية الخراب في الطريق وشدته وطريقة معالجة واولوية صيانته. وهنا تجدر الاشارة الى ان الكاميرة تستخدم للرؤيا كالعين في الانسان والكمبيوتر بدل دماغ

الانسان كي يفكر لكن يجب ان نتذكر ان الله تعالى خلق الانسان في احسن صورة وان الانسان هو الذي اختر ع الكـلميرا وبر امج الكمبيوتر .

References

Al- Shareef, R.L.(1993) " Flexible and Rigid parement Dexign and Maintenance" , Amman , Jordan

Acosta, J. Adolfo ,Ludwng Frigueroa , and Robert L.Mullen (1992) "Low-cost video mage processing System for evaluaton pavement surface distress", transportation research record no 1343,pp.63-72

Adeli ,H (1986). Artificial Intelligence n Structural Engineering Analysis ,NO 3,154-160

Baker , J,B Dahlstrom ,K Longenecker, and T. Buu (1987)."Video Image Distress Analysis Technique for Idaho transportation research record 1117,TRB National research council, washington D.C,1987

EL-Hakim, S. F. (1989)." A Hierarchical approach of wereo vision", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol.55,No.4< April 1989,448.

Faghri, Ardeshir, and jiuyi hue (1992) . " Evaluation of Artificial netural net work Application in transportation engineering ", transportation research record No. 1358, pp. 71-80

Fukuhara T.(1989). " automation pavement distress survey system ", Proc . 1 st International Conference on Application of Advanced Technology in Transportation Engineerung , ASCE, San Diego,Calif

Garber, Nicholas J.; and Lwester A, Hotel(1988) "Traffic and Highway Engineering", Dapartment of Civil Engineering University of Vergina,West publishing vompany,959 pages

Haas, Ralph, and W. Rland Hudson(1978) " Pavement Management Systems",457 pages

Hajek,J J ,G J Chong,R C G. Haas; and Phang(1987) " Knowledge-Based Expert system Technology can Benefit Maintenance Research Recovrd.No 1145,pp 37-47

Leaving, robert I.; Daine E. drang; and Barry Edelson (1995) " AI and Exper Systems", A comprehensive Guide, C language, Second Edtion, 290 pages

Li, Lan, Paul Chan, Ashok Rao, and Robert L. Lytton (1991) " Flexible Pavement Distress Evaluation Using Image Analysis", applications of Advanced Technolgies in Transportation Engineering, Proceedings of the Second International conference. Minneapolis, Minnesta, August 18-21, 1991 pp. 473-477

Obaidat, Mohammed Taleb. (1994). " Video Metrology for Documentation of engineering Construction", Ph.D. disseration, University of Illionis at Urbana-Chapaign, 287 pages.

Obidat, M. T., Al-Suliman, T. I., and Ghulzan, K. (1998)" A Stereometric Knowledge-Based System for Maintenance of Street Networks, Candian Journal of Civil Eng., Vol. 25, pp 1-12.

Rudall, B.H.; Reports and surveys , Robotica (1989). Vol. 7, pp. 183-189.

Shahin, M.Y., and J.A. Walther (1990). " Pavement Maintenace management for Roads and Sreets Using the PAVER System , USACERL Technical Report M-90/05, July 1990, 280 pages.

Sharaf, Essam a. (1993). " Ranking VersusSimple Optimization in Setting Pavement maintence Priorities, A Case Study from Egypt", Transportation Research Record, No. 1397, pp 34-38.

Skibiewski, M; and c. Hendrickson (1990). " Automation and robotics for road construction and Maintenance", Jouranl of Transportation engineering, Vol. 116, No.3 pp. 261-271.

Waterman, donald a. (1986). " A Guide to Expert Systems", Addison - Wesley Publishing Company, 419 pages.

Zhou, Tong, and Thomas West (1991). " Assessment f the State-of-the Art of Robtics Applications in Highway construction and Maintenance", Transportation Technologies Applications, pp. 56-60

View publication stats