भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 27 अंक (1&2) जून एवं दिसम्बर 2019 पृ. 91-96

शहरी सड़कों पर रात के समय खराब दृश्यता क्षेत्रों की पहचान

ममता शर्मा एवं अमिताव दास
सीएसआईआर-केंद्रीय वैज्ञानिक उपकरण संगठन, चंडीगढ़, 160 030 (पंजाब)

सारांशः शहरी क्षेत्रों में सुरक्षा को बढ़ावा देने के साथ-साथ शहरी जीवन की गुणवत्ता में सुधार के लिए स्ट्रीट लाइटनिंग सिस्टम की बहुत महत्वपूर्ण भूमिका है। यह रात के समय चालकों, यात्री और पैदल चलने वालों के लिए दृश्यता में सुधार करके सड़क सुरक्षा को बढ़ावा देने में भी बहुत सहयोगी है। स्ट्रीट लाइटनिंग सिस्टम का प्राथमिक उद्देश्य, रोडवेज, पार्किंग क्षेत्र, सार्वजनिक स्थान, उच्च सुरक्षा के क्षेत्र, या कोई भी क्षेत्र जहां सुरक्षा समस्याएं उत्पन्न होती हैं पर प्रकाश डालना है ताकि सही से देखा जा सके। यह एक ज्ञात तथ्य है कि सड़क बिजली प्रणाली दृश्यता में सुधार करके विशेष रूप से अंधेरे में यातायात दुर्घटनाओं को काफी मात्रा में कम करने में मददगार सिद्ध हुआ है और इसलिए, कम रोशनी की स्थिति में सड़कों पर उचित प्रकाश व्यवस्था प्रदान करना आवश्यक है। वर्तमान सड़क प्रकाश व्यवस्था में मुख्यतः असमान प्रकाश की समस्या उजागर हो रही है जिससे दृश्यता का स्तर घट जाता है और साफ़ दिखाई नहीं देता। इस अध्ययन में, अंधेरे में सड़क की रोशनी में भिन्नताओं की पहचान करने के लिए एक मशीन विज़न दृष्टि प्रणाली का प्रस्ताव रखा गया है। इस शोधपत्र का उद्देश्य सड़क पर प्रकाश की औसत गहनता में बदलावों की जाँच करना है। अंधेरे में सड़क पर बिजली की स्थिति के वीडियो सैंपल डेटा के रूप में अधिग्रहण किये गए और फिर इन सैंपल डेटा वीडियो से फ्रेम्स निकाले गए। विभिन्न इमेज प्रोसेसिंग तकनीकों का इस्तेमाल कर छवि डेटा को पूर्व-संसाधित किया गया और फिर छवि डाटा पर मॉर्फोलॉजिकल ऑपरेशन्स लगाकर प्रत्येक सैंपल फ्रेम पर सड़क प्रकाश की औसत तीव्रता की गणना की गयी। इस अवलोकन में, अंधेरे में सड़क पर कम रोशनी की स्थिति की पहचान करने के लिए औसत तीव्रता मानों में पायी गयी भिन्नता काफी उपयोगी सिद्ध हुई है। प्रारंभिक परिणाम बहुत ही आशाजनक रहे, और रात के समय सड़क पर पड़ने वाली रोशनी में महत्वपूर्ण बदलावों को स्पष्ट रूप से दर्शाने में सहायक सिद्ध हुए। प्रस्तावित प्रणाली सड़कों पर अनियमित प्रकाश की निगरानी और सुधार करने में सहायक होगी।

Identification of Night Time Poor Visibility Areas in Urban Streets

Mamta Sharma & Amitava Das
CSIR- Central Scientific Instruments Organisation, Chandigarh, 160 030 (Punjab)

Abstract

Street lightning system is very essential to improve the quality of urban life by promoting security in urban areas. It is also very helpful to promote road safety by improving night time visibility for the drivers, riders, and pedestrians. Primary purpose of street lightning system is to cast light onto roadways, parking areas, public spaces, certain areas of high security, or any area where homeland safety and security issues arise. It is a well-known fact that street lightning system helps in improving visibility and to reduce traffic accidents by a considerable amount particularly in the dark hours and it is, therefore, necessary to provide proper lighting conditions on the roads in low-lighting conditions. Current street lighting systems are having major problem of casting non-uniform light, providing low visibility of the area of interest. In this study, a machine vision system is proposed to identify the variations in the lighting of the road in dark hours. The objective of this paper is to monitor the variations in the average intensity of the light on theroad. Sample data was acquired in the forms of videos of road lightning conditions in the dark, and then frames were extracted from these sample videos. Various image processing tools were used to pre-process the raw image data and further morphological operations were performed on images to compute the average intensity of the street light on each sample frame. In this observation, the variation in average intensity values are found to be useful in identifying the low lighting conditions on the road in the dark hours. The preliminary results were very promising and clearly indicate significant variations in the light falling on the road during night time. The proposed system will be helpful in monitoring and improving irregular lighting on theroads.

परिचय

स्ट्रीट लाइटिंग सिस्टम एक आवश्यक सार्वजनिक सेवा है जो रात के समय यात्रियों और पैदल चलने वालों के लिए एक सुरक्षित वातावरण प्रदान करती है। उचित सड़क-प्रकाश की सुविधा सामाजिक सुरक्षा में वृद्धि कर सकती है, इस प्रकार, खासकर रात के समय होने वाली चोरी और दुर्घटनाओं की संख्या में भारी कमी लाकर यह लोगों को आर्थिक और सामाजिक लाभ प्रदान करने में महत्वपूर्ण सिद्ध होती है। यह शांत एवं सुरक्षित यातायात प्रवाह की सुविधा में और रात के घंटों के दौरान सार्वजनिक परस्पर प्रभाव में भी सहायता हो सकता है। हाल के एक अध्ययन में [1] यह कहा गया है कि सड़क सुरक्षा सड़क-प्रकाश व्यवस्था में सुधार के लिए एक महत्वपूर्ण लाभ के रूप में माना गया है। लेखकों ने निष्कर्ष निकाला कि अधिकांश उत्तरदाताओं ने सहमति व्यक्त की कि बेहतर सड़क प्रकाश बच्चों की सुरक्षा में सुधार करेगा और सड़क पर कम दुर्घटनाओं का कारण बन सकता हैं। यह देखा गया है कि कई विकसित देशों में एक उपयुक्त आधुनिक सड़क- प्रकाश सुविधा आमतौर पर उपलब्ध है, जब कि विकासशील देशों के कई क्षेत्रों में ऐसी सुविधा की कमी देखी गई है। रात में सड़कों पर पड़ने वाली अनुचित प्रकाश की स्थिति सड़क अपराधों और अन्य दुर्घटनाओं में बड़ी वृद्धि कर सकती है।

सड़क पर खराब रोशनी के सामान्य कारणों में से एक कारण दो स्ट्रीट लाइट्स के लगातार बीच अपर्याप्त दूरी हो सकता है, जिससे कि, दोनों में से किसी का भी पर्याप्त प्रकाश सड़क पर ना पहुँच पा रहा हो। खराब बिजली के लिए एक और कारण सड़क पर पेड़ो की शाखाओं से उत्पन्न बांधाये हो सकती है, जिससे कि, पास की स्ट्रीट-लाइट्स से गिरने वाली रोशनी की तीव्रता बाधित हो जाती है।

एक और अध्ययन [2] ने यह रिपोर्ट दी है कि रात के दौरान ड्राइविंग दिन के दौरान ड्राइविंग से ज्यादा खतरनाक है। लेखकों ने इस अध्ययन से अनुमान लगाया है कि शाम 7 बजे से सुबह 8 बजे के बीच यात्रा करने वाले यात्रियों की कुल संख्या में से, कार द्वारा केवल एक चौथाई यात्रा करते हैं, और लगभग 40% का घातक और गंभीर चोटों के लिए विवरण मिला। दरॉयल सोसाइटी द्वारा दुर्घटनाओं की रोकथाम के लिए किए गए एक अध्ययन [3] ने यह भी बताया कि कम रोशनी की गुणवत्ता वास्तव में दुर्घटनाओं और उनकी गंभीरता को बढ़ा सकती है।

एक जापानी अध्ययन [4] में पर्याप्त प्रकाश की कमी के दुर्घटनाओं पर प्रभाव के बारे में पाया गया कि रात के समय सड़कों पर अपर्याप्त रोशनी में उन्नयन या सुधार लाने पर दुर्घटनाओं में औसत 43% की कमी आई थी। यह भी बताया गया है कि दुर्घटनाओं को रोकने में प्रकाश की प्रभावशीलता का आधार इसके लुमिनस पर निर्भर करता है। इस अध्ययन के लेखकों ने निष्कर्ष निकाला कि यदि प्रकाश की स्थिति सड़कों पर स्पष्ट है तो दुर्घटना दर कम होगी। हालांकि, अध्ययन ने खराब प्रकाश व्यवस्था की किसी भी परिभाषा को, यास्वीकार्य सुधार का क्या मतलब है को परिभाषित नहीं किया है। इस प्रकार, हमारे पास सुरक्षा और प्रकाश पैरामीटर के बीच एक अच्छी तरह से स्थापित संबंध नहीं है जो सड़कों को प्रकाश देने के स्तर के मानकों का निर्माण कर सकता है।

साहित्य में सूचित ज्यादातर अध्ययन रात के समय के दौरान दुर्घटनाओं में कमी पर सड़क-प्रकाश व्यवस्था की स्थिति के प्रभाव को वर्णन करने के लिए कार्यरत थे। हालांकि, इन प्रकाशित साहित्यों में से बहुत कम वास्तव में सड़क-प्रकाश में भिन्नता की निगरानी के लिए इमेजिंग तकनीकों को नियोजित करते हैं, जो सड़कों को रोशन करने के मानकों का निर्माण कर सके। इसलिए, हम इस प्रस्तावित कार्य से रात के समय शहरी क्षेत्रों की सड़क प्रकाश व्यवस्था की स्थितियों में निगरानी कर, और सड़क पर काले बैंड जो सड़क के उस क्षेत्र पर खराब प्रकाश की स्थिति को दर्शाता है कि पहचान करने के लिए, इमेजिंग तकनीक आधारित विधि का प्रस्ताव देकर इस अंतर को दूर करने का प्रयास कर रहे हैं।

कार्य प्रणाली

इस अध्ययन में, चित्र-1 में दिखाए गए प्रस्तावित पद्धति में, सड़क प्रकाश स्थितियों की जाँच के लिए रात के समय की स्थितियों के नमूना वीडियो डेटा सेट का अधिग्रहण किया गया। नमूना वीडियो डेटा सेट से विश्लेषण के लिए प्री-डिफ़ाइंड टाइम अंतराल पर एक एक छवि फ्रेम निकाले गए थे। सभी फ्रेम ग्रेस्केल छवियों में पूर्व-संसाधित किए गए थे और फिर अग्र भूमि की औसत तीव्रता की गणना करने के लिए छवि सेट पर थ्रेस होल्डिंग आधारित विभाजन किया गया है।

नमूना डेटा अधिग्रहण

इस अध्ययन में, लॉजिटेक सी -270 कैमरे से युक्त प्रयोगात्मक सेटअप का उपयोग करके जिसे एक मानक तिपाई स्टैंड पर रखा गया था, प्रति सेकंड 15 फ्रेम की दर से नमूना डेटा वीडियो अधिग्रहित किए गए। प्रत्येक अधिग्रहित फ्रेम का आयाम 1280 ग 720 पिक्सेल था। सेटअप कार के अंदर स्थिर स्थापित किया गया था ताकि कार की गति के दौरान वीडियो में न्यूनतम उतार-चढ़ाव हो। वीडियो रात के समय पर तब अधिगृहित किये

चित्र 1 – प्रस्तावित पद्धति का ब्लॉक रेखा-चित्र

गए जब सभी स्ट्रीट-लाइट्स जली हुयी थी। कैमरा फुटपाथ की तरफ से डाटा लेते हुए यात्री सीट पर रखा गया था। इस अध्ययन में उपयोग किए गए छवि-अधिग्रहण सेटअप को चित्र 2 में दिखाया गया है। इस अध्ययन में, हमनें 150 फ्रेम का उपयोग किया है। 150 फ्रेम में से, चित्र 3 में प्रतिरूप के उद्देश्य से तीन फ्रेम दिखाए गए हैं।

चित्र 3 (ए) में छवि पर्याप्त प्रकाश व्यवस्था के तहत अधिग्रहित की गई थी, चित्र 3 (बी) इंटरमीडिएट प्रकाश व्यवस्था के तहत और चित्र 3 (सी) कम रोशनी की स्थिति के तहत अधिग्रहित की गई थी। सभी अधिग्रहित छवियों को बिटमैप प्रारूप में संग्रहीत किया गया था। इस अध्ययन में, हमने अधिग्रहित छवियों [7] के छवि विश्लेषण करने के लिए MATLAB R2014b का उपयोग किया है।

छवि विश्लेषण

सबसे पहले, इस अध्ययन में अधिग्रहित सभी आरजीबी रंग छवियों को ग्रे-स्केल छवियों में परिवर्तित कर दिया गया था। चित्र 3 (ए), 3 (बी) और 3 (सी) के परिणामस्वरूप ग्रे-स्केल की छवियां चित्र 3 (डी), 3 (ई) और 3 (एफ) में दिखायी गयी हैं। फिर कुछ विपरीत वृद्धि तकनीकों जैसे कि पावर-लॉ- ट्रांसफॉर्मेशन और अडाप्टिव-हिस्टोग्राम- एक्वालिज़ेशन को रात के दौरान अधिग्रहित छवियों पर लगा कर देखा गया [8] 10 and 11,। अडाप्टिव हिस्टोग्राम एक्वालिज़ेशन (AHE) छवियों में विपरीत सुधार करने के लिए उपयोग की जाने वाली एक कम्प्यूटर छवि प्रसंस्करण तकनीक है[5] 9 and 12,। चित्र 3 (जी), 3 (एच) और 3 (आई) में अडाप्टिव- हिस्टोग्राम- एक्वालिज़ेशन परिणामस्व रूप छवियाँ दर्शायी गयी हैं। अंत में, छवियों की स्मूथनिंग और इम्प्लस-नॉइसको हटाने के लिए मीडियन-फ़िल्टर लगाया गया क्योंकि वे काफी कम धुंधलापन के साथ नॉइस हटाने में सक्षम हैं[6] 8,। मीडियन-फ़िल्टर लगाने के बाद प्राप्त छवियों को चित्र 3 (जे), 3 (के) और 3 (एल) में दिखाया गया है।

छवि सेगमेंटेशन

छवि विश्लेषण में अगला महत्वपूर्ण कदम छवि विभाजन है। उन सभी क्षेत्रों को निकालने के लिए जिनमें सड़क के खराब प्रकाश क्षेत्रों के बारे में जानकारी शामिल है, छवि विभाजन किया गया था। खंडित क्षेत्रों का उपयोग पिक्सेल की औसत तीव्रता को मापने के लिए किया गया था। फ्रेम के छवि विभाजन तीन मुख्य चरणों में किया गयाः

- एक उचित थ्रेस होल्डिंग का उपयोग करके बाइनरी छवि प्राप्त की गयीताकि जिन क्षेत्रों में पर्याप्त प्रकाश मौजूद है, उन्हें तीव्रता मान '1' में मैप किया गया है और अन्य पृष्ठभूमि क्षेत्र को तीव्रता मान '0' में मैप किया गया।

चित्र 2 – प्रायोगिक सेटअप

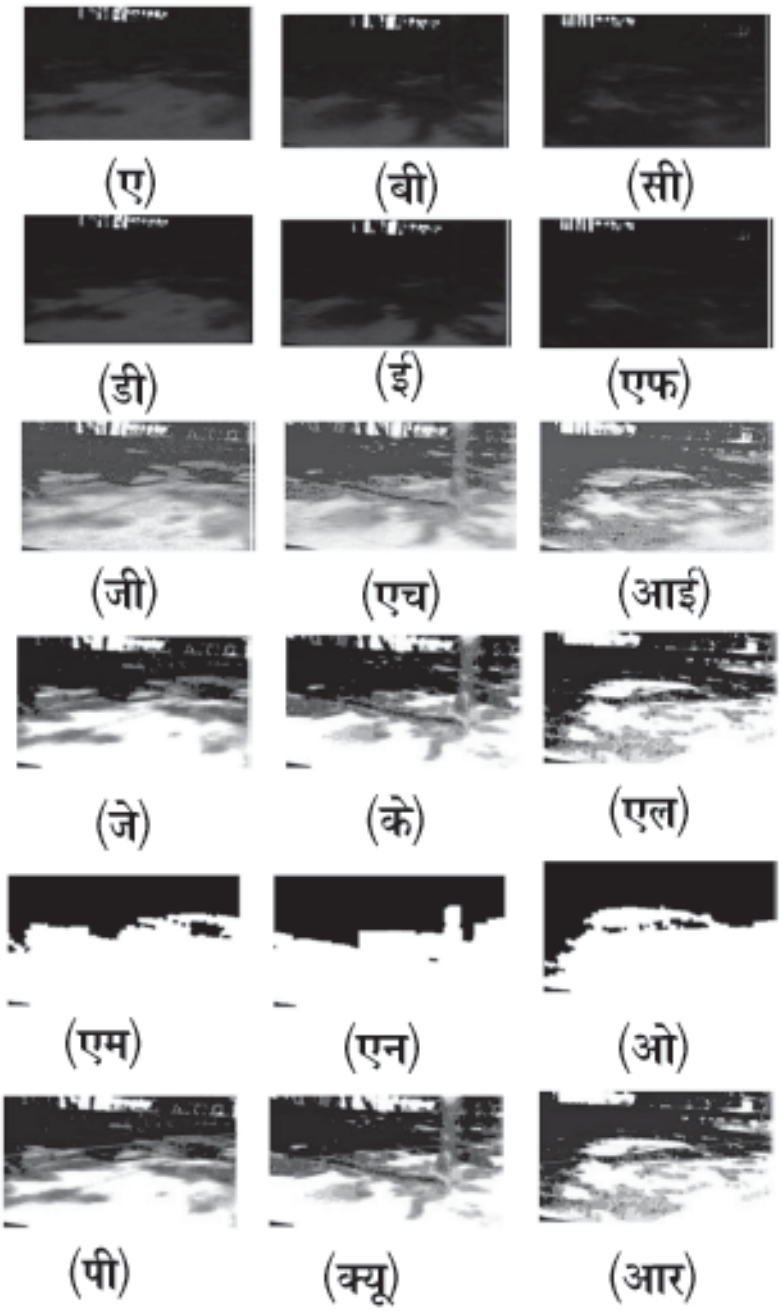
- बाइनरी छवि में मौजूद अपूर्णताओं को दूर करने के लिए प्रारंभिक गणितीय-मोर्फोलॉजिकल ऑपरेशन लगाए गए। खंडित छवि से त्रुटियों को हटाने के बाद प्राप्त छवियां चित्र 3 (एम), 3 (एन) और 3 (ओ) में दर्शायी गयी हैं।
- एक उत्तम फिट सीधी रेखा, जो अग्रभूमि और पृष्ठभूमि क्षेत्र के बीच अंतर कर सकती है, प्रत्येक फ्रेम की पिक्सेल समन्वय जानकारी का उपयोग करके प्राप्त की गयी। फ्रेम के बीच अंतर फ्रेम समेकन बनाए रखा गया था।

फ़ीचर निष्कर्षण

जब छवियों को ठीक तरह से विभाजित किया गया तब उनसे फ़ीचर निष्कर्षण किया गया। एक उत्तम फिट सीधी रेखा, जो की अग्रभूमि और पृष्ठभूमि क्षेत्र में छवि के विभाजन के बाद प्राप्त की गयी, को मीडियन-फ़िल्टर छवि पर सुपर इंपो से किया गया जो की चित्र 3 (पी), 3 (क्यू) और 3 (आर) में दर्शाया गया है। इस अध्ययन में, खराब दृश्यता की स्थिति की पहचान करने के लिए अग्रभूमि क्षेत्र की औसत तीव्रता का उपयोग एक लक्षण के रूप में किया गया। अग्रभूमि क्षेत्र की औसत तीव्रता की गणना सभी फ्रेम छवियों से की गई।

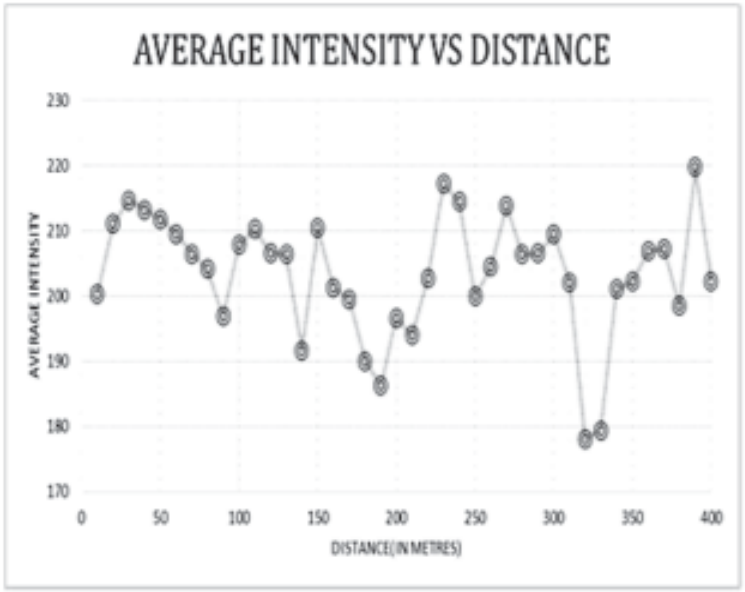
परिणाम और निष्कर्ष

एक चलती कार में रात के समय नमूना वीडियो प्राप्त करना बहुत विकट था, वह भी तब जब सभी स्ट्रीट-लाइट्स जल रही हो। इसी कारण से, एक प्रयोगात्मक सेटअप चलती कार से नमूना डेटाग्रहण करने के लिए डिज़ाइन किया गया। दूसरा महत्वपूर्ण चरण उन क्षेत्रों का विभाजन था, जिसमें छवि के सड़क के खराब प्रकाश क्षेत्रों के बारे में जानकारी शामिल थी। विभाजन की प्रक्रिया का उपयोग करके फ्रेम की बाइनरी-छवि प्राप्त की गई थी। चित्र 3 (ए) की खंडित बाइनरी छवि चित्र 3 (एम) में दी गई है। सेगमेंटेशन के बाद, विभाजित छवि से त्रुटियों को हटाने के लिए एक ओपनिंग-मॉर्फोलॉजिकल ऑपरेशन लगाया गया। एक उत्तम फिट सीधी रेखा, जो की अग्रभूमि और पृष्ठ भूमि क्षेत्र में



चित्र 3 – विभिन्न फ्रेम की छवि प्रसंस्करण का प्रतिनिधित्वः मूलछवि (ए) पर्याप्त प्रकाश के साथ, (बी) इंटरमीडि एटलाइट, (सी) कम रोशनी; (डी), (ई) और (एफ) (ए), (बी) और (सी) की ग्रेस्केल छवियां हैं; (जी), (एच) और (प) जो है (डी), (ई) और (एफ) की अडाप्टिव हिस्टोग्राम एक्वालिज़्ड छवियां हैं; (जे), (के) और (एल) (जी), (एच) और (प) की औसत फ़िल्टर की गई छवियां हैं। (एम), (एन) और (ओ) जो है (जे), (के) और (एल) की खंडित छवियां हैं (पी), (क्यू) और (आर) उन छवियों को सबसे अच्छी फिट लाईनो के साथ संसाधित कर रहे हैं

छवि के विभाजन के बाद प्राप्त की गयी, को चित्र 3 (जे) की फ़िल्टर की गई ग्रे-स्केल छवि पर सुपर इंपो से किया गया जो की चित्र 3 (पी) में दर्शाया गया हैं। दूरी के एक कृत्य के रूप में 10 मीटर की दूरी पर लगातार निकाले गए फ्रेम की औसत तीव्रता चित्र 4 में प्लॉट की गई है। जैसा चित्र 4 में दिखाया गया है, वाई- अक्ष पर औसत तीव्रता की सीमा 170



चित्र 4 – दूरी के एक कृत्य के रूप में औसत तीव्रता

से 230 के बीच है। हमारे अध्ययन में, 178 न्यूनतम था और 220 प्रत्येक फ्रेम के लिए प्राप्त औसत तीव्रता का अधिकतम मूल्य था।

प्रारंभिक परिणाम रात के दौरान सड़क पर गिरने वाली स्ट्रीट-लाइट की रोशनी की तीव्रता में महत्वपूर्ण भिन्नताओं को स्पष्टरूप से प्रकट कर रहे हैं। यह सड़क पर अनियमित प्रकाश को बढ़ावा देता है। सभी फ्रेमों में औसत तीव्रता में भिन्नता की सीमा जितनी कम हो सके उतनी कम होनी चाहिए। हालांकि, इस पेपर में दिखाया गया काम केवल स्पष्ट मौसम के लिए है। वर्तमान कार्य पूरे शहर के लिए और बादलों और बरसात के मौसम में औसत तीव्रता की गणना के लिए भी बढ़ाया जा सकता है और परिणामों की तुलना विभिन्न पर्यावरणीय स्थितियों के लिए की जा सकती है।

संदर्भ

1. K Willis, Powe N & Garrod G, The value of improved street lighting in rural areas, Final report for Department of Transport, University of Newcastle (2003).
2. Ward H, Shepherd N, Robertson S A & Thomas M, Night-time accidents-A scopingstudy (2005)
3. Oya H, Ando K & Kanoshima H, Research on the interrelation between illuminance at intersections and the reduction in traffic accidents, Lighting Journal, **68**(1) (2003) 14-15.
4. Ketcham D J, Lowe R W & Weber J W, Image enhancement techniques for cockpit displays, Tech. rep.,Hughes Aircraft. (1974)
5. Ketcham D J, Lowe R W & Weber J W, Image enhancement techniques for cockpit displays Tech. rep., Hughes Aircraft. (1974)
6. Huang T, Yang G & Tang G, A fast two dimensional median filtering algorithm", IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, **27**(1) (1979) 13-18.
7. B Hahn, & D Valentine, Essential MATLAB for engineers and scientists, Access Online via Elsevier, (2007)
8. Gonzalez R C, Woods R E & Eddins S L, Digital image processing using MATLAB, Knoxville: Gatesmark Publishing, **2** 2009.
9. Arici T, Dikbas S & Altunbasak Y, A histogram modification framework and its application for image contrast enhancement, IEEE trans. on Image Processing, **18** (9) (2009).
10. Lai Y R, Chung K L, Lin G Y, & Chen C H, Gaussian mixture modeling of histograms for contrast enhancement, Expert systems with applications, **39** (8) (2012) 6720-6728.
11. Zhang X, Shen P, Luo L, Zhang L & Song J, Enhancement and noise reduction of very low light level images, In Pattern Recognition (ICPR), 21st International Conference on IEEE. (2012) 2034-2037