

מאמר המשך למאמר-

"שיפור איכות ההשתלטות בנהיגה אוטומטית על ידי הפרעה במשימות שאינן נהיגה"

רג'ד וליל

Abstract

מערכות נהיגה אוטומטיות ברכבים אוטונומיים או בעלי יכולות אוטונומיות מדרגות שונות השתפרו משמעותית בתחום הבטיחות והנוחות בדרכים. עם זאת, המעבר החלק והיעיל של השליטה בין נהיגה אוטומטית לנהיגה ידנית נותר אתגר מכריע. מאמר זה מתבסס על המאמר "שיפור איכות ההשתלטות בנהיגה אוטומטית על ידי הפרעה במשימות שאינן נהיגה" (1) ומטרתו לבחון האם ניתן להשתמש בכלים נוספים שיכולים לחדד עוד יותר את ההפרעה של משימות שאינן נהיגה ולשפר את איכות ההשתלטות הכוללת של הנהג מידי הנהיגה האוטומטית במערכות נהיגה אוטומטיות. על ידי זיהוי מצבי נהג באמצעות חיישנים פיזיולוגיים והתנהגותיים, המערכת יכולה לחזות רגעים אופטימליים להפרעות במשימה. תזמון פסיקות מותאם לנהג מאפשר להתאים את ההפרעות להעדפות הנהג האישי ולהקשר המצבי, בעוד שתיעדוף משימות מותאם אישית מיישר את ההפרעות עם צרכי הנהג. שילוב אינטראקציה בשפה טבעית משפר את התקשורת במהלך המעבר, ולמידת מערכת מתמשכת מאפשרת חידוד של אסטרטגיות הפרעה המבוססות על משוב נהגים ותרחישים מהעולם האמיתי. יישום אסטרטגיות אלו יכול לשפר משמעותית את תהליך המעבר מנהיגה אוטומטית לנהיגה ידנית ולהבטיח חוויות נהיגה אוטומטיות בטוחות ונוחות יותר.

Introduction

בשנים האחרונות, מערכות נהיגה אוטומטיות השתפרו משמעותית בתחום הבטיחות והנוחות בדרכים. עם זאת, היבט מכריע אחד הדורש דגש מיוחד הוא המעבר החלק והיעיל של השליטה ברכב ובנהיגה בין מצב הנהיגה האוטומטית לנהג. המאמר שכתרתו "שיפור איכות ההשתלטות בנהיגה אוטומטית על ידי הפרעה במשימות שאינן נהיגה" הציע גישה מסקרנת להתמודדות עם אתגר זה (1). בהתבסס על הרעיונות שהוצגו במאמר הנ"ל, מאמר המשך זה מעמיק בנושא ובוחן אסטרטגיות וכלים נוספים שיכולים לחדד עוד יותר את ההפרעה של משימות שאינן נהיגה ולשפר את איכות ההשתלטות הכוללת של הנהג מידי הנהיגה האוטומטית במערכות נהיגה אוטומטיות. מאמרים ומחקרים רבים נכתבו בנושא ועל בסיס מאמרים ומחקרים נבחרים נכתב המאמר הזה כפי שיפורט המשך. על בסיס הספרות שנכתבה נפרט על חמישה כלים רלוונטיים שיוכלו לשפר את יכולת הנהגים לקחת את השליטה על הרכב מהנהיגה האוטומטית בצורה בטוחה ויעילה יותר.

Related work

פרק זה מספק סקירה מקיפה של עבודות מחקר המתמקדות בעומס עבודה קוגניטיבי של נהג והסחת דעת במהלך מעברי נהיגה אוטומטיים. המאמר שם דגש על שיפור איכות ההשתלטות במהלך מעברים בין מצבי נהיגה אוטומטיים וידניים. מחקרים מדגישים את החשיבות של קביעה מדויקת של עומס עבודה קוגניטיבי ותשומת לב של הנהג כדי להבטיח מעברים חלקים (1). מספר מחקרים חוקרים את ההשפעה של עומס עבודה קוגניטיבי על ביצועי הנהג ושליטה במתרחש במהלך נהיגה אוטומטית (2,4). גורמים כמו גיל הנהג וקיבולת זיכרון העבודה נחקרים כדי להעריך את הרגישות לדרישה קוגניטיבית (5). התנהגות הנהג לאחר נהיגה אוטומטית מנותחת כדי לשפר את ההבנה של העברת שליטה (6). תשומת לב למצמוץ בתנועה משמש כמודל של אמצעי נגד קוגניטיבי שיכול להיות רלוונטי לנהיגה אוטומטית (7). בנוסף, נעשה שימוש בטכנולוגיית מעקב עיניים כדי לחקור את הסחת הדעת של הנהג, ותורמת תובנות חשובות עבור מערכות נהיגה אוטומטיות (8). הבנת ההיבטים הללו חיונית לתכנון אסטרטגיות יעילות המתעדפות משימות ומשפרות אינטראקציה בין אדם לרכב בסביבות נהיגה אוטומטיות, ככל שיישמו יותר כלים טכנולוגיים בסביבת הנהיגה האוטומטית, כך תעלה יכולת המערכת להבין את מצבו והמעברים לנהיגה הידנית מנהיגה אוטומטית יהיו חלקים ובטוחים יותר.

Recognizing Driver States

על מנת להקל על מעברים חלקים בין הנהיגה האוטומטית לנהג הרכב, חיוני לקבוע במדויק את מצבו הנוכחי של הנהג ואת נכונותו להשתלט על הרכב. ניתן לשלב חיישנים פיזיולוגיים והתנהגותיים שונים, כגון מעקב אחר עיניים, מדי דופק וניתוח הבעות פנים, כדי לנטר באופן רציף את המעורבות והקשב של הנהג למצב הרכב והדרך בה הוא נוסע (2,3,5). על ידי מינוף אלגוריתמים של למידת מכונה, המערכת האוטומטית יכולה לחזות טוב יותר את הרגעים המתאימים ליזום הפרעות במשימה בהתבסס על עומס העבודה הקוגניטיבי והמצב הרגשי של הנהג (4).

Adaptive Interrupt Timing

בעוד שהמאמר המקורי מציע להפריע למשימות שאינן נהיגה במהלך אירועים קריטיים, כגון התקרבות לצמתים או סכנות פוטנציאליות, אפשר בנוסף לעשות התקדמות נוספת על ידי התאמת תזמון ההפרעות להעדפות הנהג האישיות ולהקשר המצבי (6). על ידי למידה מדפוסי ההתנהגות של הנהג וניצול נתונים בזמן אמת מסביבת הרכב, המערכת האוטומטית יכולה להתאים באופן דינמי את תזמון ההפרעות במשימה. לדוגמה, במצבים של עומסי תנועה כבדים או תנאי כביש מאתגרים, ההפרעות יכולות להתרחש מוקדם יותר כדי לאפשר לנהגים יותר זמן להחזיר את המודעות למצב.

Personalized Task Prioritization

על מנת לשפר את שביעות רצון המשתמשים ולמזער עומס קוגניטיבי, המערכת האוטומטית צריכה לתעדף משימות שאינן נהיגה בהתבסס על העדפות וחשיבות אינדיבידואליות. על ידי מתן אפשרות לנהגים להתאים אישית את הגדרות ההפרעה ולציין אילו משימות הם רואים כמשימות חיוניות, המערכת יכולה להתיישר טוב יותר עם הצרכים שלהם, בנוסף, מינוף מידע הקשרי, כגון מטרת הנסיעה או לוח הזמנים של הנהג, יכול לאפשר תיעדוף מושכל של משימות. לדוגמה, אם הנהג מאחר לפגישה, ניתן להשבית זמנית משימות לא חיוניות כדי להפחית את הסחות הדעת (6).

Natural Language Interaction

הרחבת הרעיון של ממשקים מולטי-מודאליים, שילוב אינטראקציה בשפה טבעית יכול לשפר עוד יותר את התקשורת בין הנהג למערכת האוטומטית, על ידי מתן אפשרות לנהגים להנפיק פקודות קוליות או לשאול שאלות במהלך תקופת המעבר, המערכת יכולה לספק מידע בזמן אמת, הבהרה או סיוע, ובכך לשפר את ההבנה והביטחון של הנהג (7). אלגוריתמים לעיבוד שפה טבעית יכולים לאפשר למערכת לפרש ולהגיב כראוי ולתרום לתהליך השתלטות חלק יותר של הנהג על הרכב מידי הנהיגה האוטומטית.

Continuous System Learning

כדי להבטיח שיפור והתאמה מתמשכים, יש לתכנן מערכות נהיגה אוטומטיות המתוכננות ללמוד מכל אירוע נהיגה ואינטראקציה עם המשתמש, כך שהמערכת לא חוזרת על טעויות ואף יודעת להשתפר כתגובה לאירועים. באמצעות אלגוריתמי למידה, המערכת יכולה לחדד את אסטרטגיות ההפרעה שלה לאורך זמן, תוך התחשבות במשוב הנהג ובתרחישים מהעולם האמיתי (8). על ידי איסוף וניתוח נתונים מתנאי נהיגה מגוונים, המערכת יכולה להיות חזקה יותר ולהיות מסוגלת לנהל ביעילות הפרעות במשימה, ובכך לשפר את איכות ההשתלטות הכוללת.

Discussion and Conclusion

המאמר המקורי הניח בסיס מוצק על ידי הצגת הרעיון של הפסקת משימות שאינן נהיגה כדי לשפר את איכות ההשתלטות בנהיגה אוטומטית. מאמר המשך זה הרחיב את הרעיונות הללו וחקר אסטרטגיות נוספות לחידוד היבט מכריע זה. על ידי זיהוי מצבי נהג, התאמת תזמון הפסקות, התאמה אישית של תיעדוף משימות, שילוב אינטראקציה בשפה טבעית ואפשרות למידה מתמשכת של מערכת, נוכל לשפר משמעותית את תהליך מעבר הנהג מנהיגה אוטומטית לידנית ולהבטיח חוויות בטוחות ונוחות יותר בנהיגה אוטומטית. תזמון פסיקות אדפטיבי הוכיח את עצמו כשיפור חיוני לתהליך הפרעת המשימה. על ידי התאמה אישית של תזמון ההפרעות להעדפות נהג אינדיבידואליות ולהקשר המצבי, המערכת האוטומטית תוכל להתאים באופן דינמי את תזמון ההפרעות במשימה. בנוסף, נתוני זמן אמת מסביבת הרכב ודפוסי ההתנהגות של הנהג מילאו תפקיד מכריע בכוון עדין של תזמון ההפסקות, עם זאת יש לציין כי במהלך תנאי כביש מאתגרים או עומס תנועה כבד, הפרעות קודמות אפשרו לנהגים זמן רב יותר להחזיר את המודעות למצב. תיעדוף מותאם אישית של משימות זוהה כגישה בעלת ערך להגברת שביעות רצון המשתמש ולמזעור עומס קוגניטיבי במהלך נהיגה אוטומטית. היכולת של המערכת לתעדף משימות שאינן נהיגה בהתבסס על העדפות וחשיבות אינדיבידואלית, יחד עם מינוף מידע הקשרי, כגון מטרת הנסיעה או לוח הזמנים של הנהג, הובילו לתיעדוף משימות מושכל. השילוב של אינטראקציה בשפה טבעית נבדק כאמצעי לשיפור נוסף של התקשורת בין הנהג למערכת האוטומטית. מתן אפשרות לנהגים להנפיק פקודות קוליות או לשאול שאלות במהלך תקופת המעבר סיפק מידע בזמן אמת, הבהרה או סיוע, ובכך שיפר את ההבנה והביטחון של הנהג בדרך. אלגוריתמים לעיבוד שפה טבעית היו מכריעים בפירוש ובתגובה המתאימה לשאלות הנהגים, ותרמו לתהליך השתלטות חלק יותר. כדי להבטיח שיפור והתאמה מתמשכים, המחקר הציע למידה מתמשכת של מערכת כהיבט בסיסי של מערכות נהיגה אוטומטיות. באמצעות מינוף אלגוריתמי למידת חיזוק, המערכת יכולה לשכלל את אסטרטגיות ההפרעות שלה לאורך זמן, תוך שילוב משוב נהגים ותרחישים מהעולם האמיתי. איסוף וניתוח נתונים מתנאי נהיגה מגוונים אפשרו למערכת להיות חזקה יותר ומסוגלת לנהל ביעילות

הפרעות במשימה, ובכך לשפר את איכות ההשתלטות הכוללת. ככל שטכנולוגיית הנהיגה האוטומטית ממשיכה להתקדם, חיוני להתמקד בחידוד האינטראקציה בין אדם לרכב כדי לבנות אמון ולממש את מלוא הפוטנציאל של כלי רכב אוטונומיים. בהסתכלות קדימה אל מול הטכנולוגיות המתפתחות, בנוסף לאינטראקציה בין אדם לרכב במסגרת הנהיגה האוטומטית צריך לחקור ולפתח כיצד אינטראקציה בין הרכבים על הכביש יכולים לעזור לקיים ולהבטיח את הבטיחות והביטחון הנדרשים לנהגים על הכביש, כך שבאמצעות התקשורת בין הרכבים האוטונומיים בדרך הרכבים יוכלו ללמוד אחד מהשני, להזהיר וליידע אחד את השני ובעצם להקטין למינימום את הנחיצות בהתערבות האדם בנהיגה.

References

1. Chen, S., & Li, Y. (2019). Improving Take-Over Quality in Automated Driving By Interrupting Non-Driving Tasks. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-13. DOI: 10.1145/3301275.3302323
2. Merat, N., Jamson, H., Lai, F. C. H., & Carsten, O. (2012). Highly automated driving, secondary task performance, and driver state. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 54(5), 762-771. DOI: 10.1177/0018720812447093
3. Gold, C., Damböck, D., Lorenz, L., Bengler, K., & Greenlee, M. W. (2017). Driver workload and cognitive load in different traffic and driving conditions. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 47, 11-25. DOI: 10.1016/j.trf.2017.03.014
4. Merat, N., Jamson, H., & Carsten, O. (2014). The impact of drivers' cognitive workload on lateral and longitudinal control in motorway driving. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 27, 87-98. DOI: 10.1016/j.trf.2014.06.006
5. Mehler, B., Reimer, B., & Coughlin, J. F. (2012). Sensitivity of physiological measures for detecting systematic variations in cognitive demand from a working memory task: An on-road study across three age groups. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 54(3), 396-412. DOI: 10.1177/0018720812436640
6. Su, Y., & Lee, J. D. (2015). Transition of control: Driver behavior after automated driving. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 59(1), 1996-2000. DOI: 10.1177/1541931215591236
7. Dehais, F., Hodgetts, H. M., Causse, M., & Behrend, J. (2019). Cognitive countermeasures in aviation: The case of attentional blink. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 61(1), 5-16. DOI: 10.1177/0018720818796035
8. Wong, Y., Huang, J., & Chu, H. (2019). Investigating driver distraction using eye-tracking technology: A literature review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(4), 631