New Technology for Driving Vehicles on Rural Roads with Uneven Surfaces or Potholes (4-5 inches) at Speeds of 25-75 km/h

Despite challenges like energy crises, population growth, and environmental degradation, the use of vehicles continues to rise. This highlights the need to enhance efforts toward building more efficient, eco-friendly, safe, and user-friendly vehicles. Advancing existing models and integrating onboard computers are significant steps in this direction. Utilizing computer-based control systems, it is essential to develop models capable of operating swiftly and reliably under challenging conditions. Bond graph-based techniques help make these models more adaptable and better integrated with control systems.

Current Research Efforts

This research focuses on studying the response of vehicles when traversing ramps or uneven/rough surfaces. Using bond graph-based methods, full vehicle models have been developed:

1. **First Model**: This employs a basic suspension system installed between the wheels and the vehicle frame. The results obtained through this model have been validated by comparing them with other established results, ensuring the accuracy of the model and software.
2. **Second Model**: An advanced version of the first, this model incorporates hinged arm suspension systems with additional springs and dashpots. Some of these elements can also be replaced with active control components. Its successful compilation in the "Symbolic Power" package demonstrates the model's logical accuracy. However, extensive validation is required before adapting it for online control and other practical uses.

The Challenge of Rural Roads

Driving high-speed vehicles on rural roads presents more challenges compared to national highways and expressways. Variations in road conditions, such as potholes as deep as 4-5 inches, significantly affect vehicle design, cost, durability, and comfort. This underscores the need for vehicles specifically designed for India’s rural and district roads.

Necessity and Solutions

Considering India’s vast road network, which exceeds 6.2 million kilometers, research and development of vehicles suitable for rural areas are crucial. The aim of this research is to develop vehicles that can ensure safe and comfortable usage on uneven rural roads.

Design Criteria

For rural roads, where potholes and bumps cause sprung mass displacement of up to 100-120 mm (0.10-0.12 meters), the following design parameters are essential:

- Tire Damping Coefficient should be ≥4 kN-s/m to maintain above sprung mass displacement.
- Vehicles must maintain stability c& comfort at speeds of 25-75 km/h.
- Increasing the damping coefficient reduces sprung mass displacement.
- If the suspension damping coefficient is ≤8 kN-s/m, sprung mass displacement remains under 100-120 mm, allowing vehicles to operate smoothly at speeds over 50 km/h but below 75 km/h.

Conclusion

This innovative research is a significant step toward developing affordable and eco-friendly vehicles for rural roads. In India, where rural transportation plays a vital role, this research holds even greater importance. It lays the foundation for vehicles that are both efficient and well-suited to the unique challenges of rural infrastructure.

(Hindi Version):

ग्रामीण रैंप या ऊबड-खाबड गड्ढों (4-5 इंच) वाली सड़कों पर 25-75 किलोमीटर प्रति घंटा की गति से वाहनों को चलाने की नई तकनीक

ऊर्जा संकट, जनसंख्या वृद्धि और पर्यावरणीय क्षरण जैसी चुनौतियों के बावजूद, वाहनों के उपयोग में निरंतर वृद्धि देखी गई है। यह इस बात की आवश्यकता प्रतीत होती है कि अधिक कुशल, पर्यावरण के अनुकूल, सुरक्षित और उपयोग में आसान वाहनों के निर्माण के प्रयासों को बढ़ाया जाए। इस दिशा में मौजूदा मॉडलों को उन्नत बनाना और ऑनबोर्ड कंप्यूटरों का समावेश एक महत्वपूर्ण कदम है। नियंत्रण प्रणालियों में कंप्यूटर का उपयोग करते हुए ऐसे मॉडलों का विकास करना आवश्यक है, जो चुनौतीपूर्ण परिस्थितियों में भी तेज़ और भरोसेमंद तरीके से काम कर सकें। बॉन्ड ग्राफ आधारित तकनीकों का उपयोग इन मॉडलों को अधिक अनुकूलनीय और नियंत्रण प्रणालियों के साथ बेहतर एकीकृत बनाने में सहायक होता है।

वर्तमान शोध कार्य

इस शोध का उद्देश्य वाहनों के रैंप या असमतल/ ऊबड-खाबड सतह से गुजरने के दौरान उनकी प्रतिक्रिया का अध्ययन करना है। इसके लिए बॉन्ड ग्राफ आधारित विधियों का उपयोग करके फुल कार मॉडलों का विकास किया गया है।

- ***पहला मॉडल:*** **यह एक साधारण सस्पेंशन प्रणाली का उपयोग करता है, जो पहियों और वाहन के ढाचे के बीच स्थापित होती है। मॉडल के माध्यम से प्राप्त परिणामों की तुलना अन्यत्र प्राप्त परिणामों से की गई है। परिणामों का मेल होना दर्शाता है कि मॉडल और सॉफ़्टवेयर दोनों प्रभावी ढंग से काम कर रहे हैं।**
- ***दूसरा मॉडल:*** **यह पहले मॉडल का एक उन्नत संस्करण है, जिसमें हिंज्ड आर्म सस्पेंशन प्रणाली के साथ अतिरिक्त स्प्रिंग और डैशपॉट शामिल किए गए हैं। इनमें से कुछ को सक्रिय नियंत्रण तत्वों से भी बदला जा सकता है। 'सिंबॉल शक्ति' पैकेज पर इसका सफल संकलन यह दर्शाता है कि मॉडल तार्किक रूप से सही है। हालांकि, इसे ऑनलाइन नियंत्रण और अन्य उपयोगों के लिए अपनाने से पहले व्यापक सत्यापन की आवश्यकता होगी।**

ग्रामीण सड़कों की चुनौती

ग्रामीण सड़कों पर उच्च गति वाले वाहनों को चलाना राष्ट्रीय राजमार्गों और एक्सप्रेसवे की तुलना में अधिक चुनौतियां प्रस्तुत करता है। इन सड़कों की विविध स्थिति, जैसे 4-5 इंच गहरे गड्ढे, वाहनों की डिज़ाइन, लागत, स्थायित्व और आराम स्तर पर महत्वपूर्ण प्रभाव डालते हैं। यह समस्या भारत की ग्रामीण और जिला सड़कों के लिए विशेष रूप से डिज़ाइन किए गए वाहनों की आवश्यकता को रेखांकित करती है।

आवश्यकता और समाधान

भारत के विशाल सड़क नेटवर्क, जो 62 लाख किमी से अधिक लंबा है, को ध्यान में रखते हुए, ग्रामीण क्षेत्रों के लिए अनुकूल वाहनों का शोध व विकास अत्यधिक महत्वपूर्ण हो जाता है। इस शोध का उद्देश्य उन वाहनों को विकसित करना है जो ग्रामीण गड्ढेवाली सड़कों के होते हुये भी सुरक्षित और आरामदायक उपयोग किया जा सकें।

डिज़ाइन मानदंड

ग्रामीण सड़कों पर, जहां गड्ढों और उछाल के कारण 100-120 मिमी (0.10-0.12 मीटर) तक का स्प्रंग मास विस्थापन होता है, टायर डैम्पिंग गुणांक ≥4 किलोन्यूटन-सेकंड/ मीटर होना चाहिए। वाहनों को 25-75 किलोमीटर प्रति घंटा की गति पर स्थिरता बनाए रखने में सक्षम होना चाहिए।

- डैम्पिंग गुणांक बढाने पर स्प्रंग मास विस्थापन कम हो जाता है।
- सस्पेंशन डैम्पिंग गुणांक ≤8 किलोन्यूटन-सेकंड/ मीटर होने पर स्प्रंग मास विस्थापन 100-120 मिमी से कम होता है, जिससे वाहन 50 किमी/ घंटा से अधिक लेकिन 75 किमी/ घंटा से कम गति पर सुचारू रूप से चल सकते हैं।

उपरोक्तानुसार, यह नवीन शोध ग्रामीण सड़कों के लिए किफायती और पर्यावरण के अनुकूल वाहनों के विकास में एक महत्वपूर्ण कदम है। भारत में, जहां ग्रामीण क्षेत्रों के लिए परिवहन वाहनों पर विशेष ध्यान दिया गया है, इस शोध का महत्व और भी अधिक है।