

ABSTRACT

The dual processing theory states that information processing is carried out through two different routes. The first cognitive processing (learning style) route is relatively automatic, holistic and global, while the second route is more controlled, analytic, and sequential. At present, multimedia learning provides opportunities to develop cognitive abilities during learning. However, the existence of a multimedia learning system still presents the same material for every student. Educational theory suggests that ideally learning content should be adaptive by considering each student's learning style. For optimal learning, it is necessary to detect learning styles. Several learning detection approaches have been examined. Conventional methods such as student assessment tests and interviews tend to be more subjective. An eye-tracking objective method has been investigated, but limited as a validation tool to distinguish learning styles. The automatic approach based on machine learning is very effective for data analysis but depends on the availability of data. The approach to distinguish learning styles specifically sequential global dimensions in multimedia learning is a challenge that must be resolved.

To overcome the above-mentioned gaps, this study proposes several solutions. First, this study proposes a machine learning method that can automatically classifies global and sequential learning styles using metrics from eye-tracking data. Second, this study suggests the most reliable and accurate machine learning models and determines the most contributing eye-tracking measurement metrics (features) to classifies global and sequential learning styles. This study applies four classification algorithms — SVM, Naïve Bayes, Logistic Regression, and KNN. Two feature selection methods — Support Vector Machine-Recursive Feature Elimination (SVM-RFE) and Univariate Feature Selection (SelectKBest). Experiments and analysis involved 68 students. During the experiment, participants were assigned to interact with learning content and their eye movements were recorded using eye-tracker.

From the experimental results, the most optimal model is KNN algorithm through 10 features selected from SVM-RFE that yielded 88% accuracy. This empirical study provides an opportunity for a machine learning approach that automatically classifies global and sequential learning styles using metrics from eye-tracking data. These results imply that the proposed method can be used as a reference for developing that consider student learning styles.

Keywords – Multimedia learning, Classification, Learning style, Eye-tracking, Machine learning.

INTISARI

Teori *dual processing* menyatakan bahwa pemrosesan informasi terjadi melalui dua rute yang berbeda. Rute pemroses kognitif (gaya pembelajar) yang pertama relatif otomatis, holistik dan global, sedangkan rute kedua lebih terkontrol, analitik, dan sekuensial. Saat ini, *multimedia learning* memberikan peluang untuk mengembangkan kemampuan kognitif selama pembelajaran. Namun, keberadaan sistem *multimedia learning* masih menyajikan materi yang sama untuk setiap pelajar. Teori pendidikan menyarankan bahwa idealnya konten pembelajaran harus adaptif dan dapat menyesuaikan gaya belajar masing-masing pelajar. Supaya pembelajaran optimal, maka perlu dilakukan deteksi gaya belajar. Beberapa pendekatan deteksi belajar sudah dilakukan. Metode konvensional telah diterapkan seperti tes penilaian pelajar, dan wawancara. Kekurangan metode konvensional adalah tidak bisa memberikan pengukuran langsung ketika proses kognitif sedang terjadi dan mengarah pada penilaian subjektif pengguna. Metode objektif *eye-tracking* pernah diteliti, namun penggunaannya terbatas sebagai alat validasi dalam membedakan gaya belajar. Pendekatan otomatis berbasis teknik penalaran terkomputerisasi sangat efektif dalam proses analisis data namun bergantung dengan ketersediaan data. Pendekatan untuk membedakan gaya belajar terkhusus dimensi global sekuensial dalam pembelajaran multimedia menjadi tantangan yang harus diselesaikan.

Untuk mengatasi beberapa masalah yang disebutkan di atas, penelitian ini mengusulkan beberapa solusi. Pertama, penelitian ini mengembangkan pendekatan baru untuk mengklasifikasi gaya belajar global dan sekuensial menggunakan teknik *machine learning* dan *eye-tracking*. Kedua, penelitian ini menyarankan model *machine learning* yang andal dan akurat serta menentukan metrik pengukuran *eye-tracking* (fitur) yang paling berkontribusi untuk mendeteksi gaya belajar global dan sekuensial. Penelitian ini menerapkan empat algoritme klasifikasi—SVM, *Naïve Bayes*, *Logistic Regression*, dan KNN serta dua metode seleksi fitur—*Support Vector Machine-Recursive Feature Elimination* (SVM-RFE) dan *Univariate Feature Selection* (SelectKBest). Eksperimen dan analisis melibatkan 68 mahasiswa. Dalam eksperimen, partisipan ditugaskan berinteraksi dengan konten pembelajaran dan pergerakan mata mereka direkam menggunakan alat *eye-tracker*.

Dari hasil percobaan, model paling optimal dicapai oleh algoritme KNN melalui 10 fitur yang terseleksi dari SVM-RFE. Model tersebut dapat mencapai akurasi test 88%. Studi empiris ini memberikan peluang bagi pendekatan *machine learning* untuk secara otomatis mengklasifikasi gaya belajar global dan sekuensial menggunakan metrik dari data *eye-tracking*. Hasil ini membuktikan bahwa pendekatan yang diusulkan dapat dijadikan referensi untuk mengembangkan sistem pembelajaran yang adaptif dengan mempertimbangkan gaya belajar siswa.

Kata kunci – *Multimedia learning*, Klasifikasi, Gaya belajar, *eye-tracking*, *machine learning*.