

# Pengimplementasian AI Body Language Decoder Menggunakan MediaPipe Dan Python pada Aplikasi Latihan Kognisi Berbahasa Indonesia

1<sup>st</sup> Dimas Lwanna Setra  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

dimasls@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Astri Novianty  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

astrinov@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Casi Setianingsih  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

setiacasie@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** — Penelitian ini memanfaatkan AI, Computer Vision, dan Deep Learning dalam implementasi website terapi kognitif berbahasa Indonesia. Saat ini belum terdapat website terapi kognitif berbahasa Indonesia yang tersedia secara gratis di internet. Selain itu, klasifikasi gerakan mulut masih dilakukan secara manual. Proses klasifikasi gerakan mulut secara manual yang akurat memerlukan bantuan dari terapis profesional yang tentunya memerlukan biaya yang signifikan.

Dalam penelitian ini, digunakan MediaPipe, suatu framework yang dikembangkan Google yang mampu mendeteksi 468 titik landmarks di wajah manusia dan 33 titik landmarks pada tubuh manusia untuk mengestimasi gerakan pada frame video yang diamati. Untuk melakukan klasifikasi gerakan tersebut, digunakan metode Random Forest Classifier yang memiliki kemampuan untuk membaca dan mengklasifikasikan masing-masing landmarks pada setiap frame video.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan MediaPipe dan Random Forest Classifier efektif untuk mengklasifikasikan gerakan wajah dengan akurasi yang tinggi. Akurasi yang didapatkan sebesar 100% dari jarak 60cm dan sudut pandang 0°. Pengujian yang dilakukan pada pagi dan malam hari menunjukkan akurasi yang tidak jauh berbeda. Meskipun kondisi pencahayaan berbeda, hasil pengujian menunjukkan bahwa intensitas cahaya tampaknya tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap proses pendeteksian gerakan.

**Kata kunci**— AI, Computer Vision, MediaPipe, Random Forest Classifier, Terapi Kognitif, Akurasi

## I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi digital seluler dalam praktik klinis terus berkembang. Pada tahun 2020, diperkirakan sekitar 80% populasi dewasa dunia akan memiliki *smartphone*, mencerminkan pertumbuhan luar biasa dalam akses teknologi [1]. Kemajuan ini memengaruhi banyak aspek kehidupan kita termasuk komunikasi, keuangan, pendidikan, dan perawatan kesehatan. Melalui perkembangan teknologi, dokter, perawat, staf kesehatan maupun pasien mampu memantau dan mengelola kondisi akut dan kronis. Terapi digital adalah konsep pendekatan terapeutik yang baru muncul dalam sistem perawatan kesehatan. Ini adalah subdivisi kesehatan digital, yang mendefinisikan sistem

layanan kesehatan yang didorong menggunakan segala bentuk teknologi digital untuk meningkatkan kemanjuran pemberian layanan kesehatan, seperti robotika dan AI, genomik, aplikasi *smartphone*, dan pengobatan jarak jauh. Teknologi ini diterapkan di bidang klinis untuk membantu diagnosis, pengambilan keputusan klinis, pengobatan, dan pemberian perawatan [2]. AI (Artificial Intelligence) biasanya ditemukan pada *website* atau aplikasi di *smartphone* dan komputer. AI mempelajari aktivitas mengubah menjadi kecerdasan buatan melalui teknologi elektronik. Desain keseluruhan AI menunjukkan kecerdasan dan dapat mengerjakan pekerjaan yang dapat dikerjakan oleh kecerdasan manusia [3].

Gangguan kognitif adalah gangguan yang berkaitan dengan peningkatan usia. Gangguan ini menyebabkan penurunan fungsi otak yang berhubungan dengan kemampuan atensi, konsentrasi, kalkulasi, mengambil keputusan, *reasoning*, berpikir abstrak [4]. Salah satu gangguan kognitif yang menjadi masalah besar dan serius yang dihadapi oleh negara-negara maju dan mulai muncul di negara-negara berkembang termasuk di Indonesia adalah MCI.

Rehabilitasi kognitif saat ini melibatkan latihan konvensional menggunakan pensil dan kertas yang dibantu oleh terapis dan pelatihan yang dibantu komputer; mereka secara luas menargetkan perhatian, memori kerja, dan fungsi eksekutif seperti pemecahan masalah dan perencanaan [5]. Pasien dilatih untuk meminimalkan kecenderungan pada fungsi yang terganggu melalui peningkatan kesadaran dan beradaptasi dengan hilangnya fungsi kognitif [6].

Untuk saat ini masalah gangguan kognitif sudah banyak terjadi, dan banyak orang yang membiarkan dan tidak menghiraukan. Gangguan kognitif bisa disembuhkan jika pergi ke psikiater, tetapi ada alternatif lain yaitu melalui terapi digital sebagai pencegahan awal. Untuk itulah terdapat sebuah website bernama TalkPath Therapy, namun *website* ini tidak tersedia dalam Bahasa Indonesia, maka dari itu solusi untuk masalah ini adalah dibuatnya “Aplikasi Latihan Kognisi Berbahasa Indonesia” berbasis *website*.

Lingraphica TalkPath Therapy (Lingraphica, Princeton, NJ, USA) adalah program berbasis iPad untuk pasien stroke; itu termasuk latihan untuk membangun kembali keterampilan

berbicara dan bahasa. Latihan ini menargetkan kemampuan mendengarkan, berbicara, membaca, dan menulis. Dalam sebuah penelitian, pasien yang menggunakan TalkPath Therapy menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam ucapan spontan, pemahaman verbal pendengaran, pengulangan, dan tugas penamaan [7].

Rehabilitasi kognitif adalah area di mana terapi platform *online* telah dikembangkan secara luas, dan banyak penelitian telah menunjukkan manfaat terapi terkomputerisasi sebagai program rehabilitasi. Bukti menunjukkan bahwa metode terbaik untuk meningkatkan neuroplastisitas dan merehabilitasi otak adalah dengan bermain *video game* [8]. Dalam sebuah penelitian, gambar resonansi magnetik otak pasien yang bermain *video game* menunjukkan peningkatan materi abu-abu di area otak yang bertanggung jawab untuk fungsi eksekutif dan memori [9]. Rehabilitasi memori terutama berfokus pada pelatihan kompensasi; itu mengajarkan pasien untuk menggunakan alat bantu internal seperti mnemonik dan citra mental dan alat bantu eksternal seperti menulis buku harian dan daftar untuk membantu pasien mengingat informasi penting [10].

## II. KAJIAN TEORI

### A. OpenCV

OpenCV adalah *library* yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi *computer vision*. *Computer vision* adalah cabang ilmu komputer yang berfokus pada pemrosesan gambar dan video, termasuk pengenalan objek, deteksi gerakan, segmentasi warna, dan banyak lagi. OpenCV menyediakan berbagai alat dan fungsi yang membantu pengembang dalam memahami dan memanipulasi gambar serta video.

### B. MediaPipe

MediaPipe adalah *framework* yang dikembangkan oleh Google yang bertujuan untuk memudahkan pengembangan aplikasi berbasis *vision* dan *tracking*. MediaPipe terutama digunakan untuk mendeteksi dan melacak berbagai objek dalam gambar atau video. Ini mencakup banyak algoritma dan model yang telah dilatih sebelumnya untuk mendeteksi wajah, tangan, pose tubuh, dan elemen lainnya dalam gambar atau video secara *real-time*.

### C. Random Forest Classifier

Random Forest Classifier adalah algoritma dalam machine learning yang digunakan untuk tugas klasifikasi. Ini termasuk dalam keluarga algoritma ensemble, yang berarti menggabungkan hasil dari beberapa model pembelajaran mesin untuk membuat prediksi yang lebih baik. Dalam kasus Random Forest Classifier, algoritma menghasilkan "hutan" pohon keputusan acak yang bekerja bersama untuk mengklasifikasikan data. Ini sangat berguna dalam mengklasifikasikan data berdasarkan sejumlah fitur atau atribut, seperti dalam pengenalan pola atau tugas identifikasi.

### D. Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dilengkapi dengan berbagai *library* dan modul bawaan yang memperluas kemampuannya secara signifikan. Bahasa ini sangat mudah dipahami dan digunakan, berkat sintaksisnya yang bersih dan mudah dibaca, menjadikannya ideal untuk pemula dalam pemrograman dan mempercepat

pengembangan aplikasi untuk pengembang berpengalaman. Python juga mendukung berbagai paradigma pemrograman, termasuk pemrograman berorientasi objek, pemrograman fungsional, dan pemrograman berbasis skrip. Salah satu keunggulan Python adalah ekosistem yang luas, yang mencakup ribuan pustaka pihak ketiga yang siap digunakan. Ini memungkinkan pengembang untuk dengan mudah memanfaatkan berbagai alat dan fungsi yang sudah ada, menghemat waktu dan upaya dalam pengembangan perangkat lunak. Python juga populer dalam berbagai domain, seperti pengembangan web dengan Django dan Flask, ilmu data dengan pandas dan scikit-learn, serta kecerdasan buatan dengan TensorFlow dan PyTorch.

### E. Flask

Flask adalah sebuah *framework website* Python yang ringan dan sederhana, dirancang untuk mempermudah pengembangan aplikasi *website* dengan cepat dan efisien. Flask tidak memiliki banyak komponen bawaan seperti *framework website* lainnya, yang membuatnya sangat fleksibel dan cocok untuk proyek-proyek yang memerlukan penyesuaian khusus. Meskipun sederhana, Flask menyediakan alat dasar yang diperlukan untuk membangun aplikasi *web*, termasuk *routing*, manajemen permintaan dan respons HTTP, serta dukungan untuk berbagai ekstensi pihak ketiga yang dapat digunakan untuk menambahkan fungsionalitas tambahan seperti otentikasi, *database*, dan lainnya.

Kelebihan Flask juga terletak pada dokumentasi yang baik dan komunitas yang aktif, yang membuatnya mudah dipelajari dan didukung. Selain itu, Flask memiliki performa yang baik, sehingga cocok untuk proyek-proyek dengan lalu lintas tinggi. Meskipun Flask sering digunakan untuk membangun aplikasi *web* kecil hingga menengah, ia dapat digunakan dalam skala yang lebih besar jika dikelola dengan baik dan dipasangkan dengan komponen tambahan yang sesuai. Kesederhanaan dan fleksibilitas Flask menjadikannya pilihan yang populer untuk pengembangan aplikasi *web* Python. Contohnya digunakan untuk deploying model ML ke suatu *website*.

## III. PERANCANGAN SISTEM

Berikut adalah diagram blok dari proses pendeteksian *video*:



GAMBAR 3. 1  
Proses pendeteksian video

Seperti pada gambar 3. 1 di atas, gambar tersebut menjelaskan tentang proses pendeteksian *video*. Pertama, *video* kamera akan mendeteksi adanya anggota mulut baik itu rahang, bibir, maupun pipi menggunakan fitur Object Detection. Object Detection adalah teknologi komputer yang terkait dengan visi komputer dan pemrosesan gambar yang berhubungan dengan pendeteksian, contohnya adalah objek dari kelas tertentu seperti manusia, bangunan, atau mobil dalam gambar dan *video* digital. Kemudian menggerakkan salah satu anggota mulut, lalu kamera akan mendeteksi pergerakannya menggunakan Motion Tracking yang biasa digunakan. Pencocokan gerakan akan dilakukan oleh sistem dengan cepat menggunakan fungsi Similarity Checking. Digunakan MediaPipe yang mampu mendeteksi 468 titik



TABEL 4. 1  
Hasil pengujian akurasi gerakan membuka mulut

Kelas	Kondisi	Nilai Threshold	Nilai Akurasi
Membuka Mulut	Jarak 30cm, sudut pandang 0°	87%	100%
Membuka Mulut	Jarak 30cm, sudut pandang 30°	73%	100%
Membuka Mulut	Jarak 30cm, sudut pandang 60°	54%	100%
Membuka Mulut	Jarak 30cm, sudut pandang 90°	-	0%
Membuka Mulut	Jarak 60cm, sudut pandang 0°	94%	100%
Membuka Mulut	Jarak 60cm, sudut pandang 30°	79%	100%
Membuka Mulut	Jarak 60cm, sudut pandang 60°	54%	100%
Membuka Mulut	Jarak 60cm, sudut pandang 90°	51%	100%
Membuka Mulut	Jarak 90cm, sudut pandang 0°	76%	100%
Membuka Mulut	Jarak 90cm, sudut pandang 30°	60%	100%
Membuka Mulut	Jarak 90cm, sudut pandang 60°	52%	100%
Membuka Mulut	Jarak 90cm, sudut pandang 90°	-	0%

#### B. Pengujian Gerakan Menyedot Pipi

Hasil pengujian pada tabel 4. 2 menunjukkan terdapat pola yang signifikan terkait dengan akurasi gerakan menyedot pipi pada berbagai jarak dan sudut pandang. Seperti pada gerakan membuka mulut sebelumnya, jarak 60cm mendapat tingkat akurasi yang terbaik. Lalu dengan sudut pandang 0° atau menghadap ke webcam memiliki tingkat akurasi terbaik.

Tetapi, terdapat kesalahan pada saat sistem mendeteksi gerakan menyedot pipi pada jarak 30cm dan 90cm. Ini terjadi karena sistem yang digunakan masih belum bisa mendeteksi pergerakan mulut yang diam dan menyedot pipi pada jarak tersebut. Sistem menganggap bahwa kedua gerakan tersebut sama, dan sistem pun mendeteksi pergerakan diam menjadi menyedot pipi.

TABEL 4. 2  
Hasil pengujian akurasi gerakan membuka mulut

Kelas	Kondisi	Nilai Threshold	Nilai Akurasi
Menyedot Pipi	Jarak 30cm, sudut pandang 0°	78%	80%
Menyedot Pipi	Jarak 30cm, sudut pandang 30°	61%	80%
Menyedot Pipi	Jarak 30cm, sudut pandang 60°	51%	60%
Menyedot Pipi	Jarak 30cm, sudut pandang 90°	-	0%
Menyedot Pipi	Jarak 60cm, sudut pandang 0°	91%	100%
Menyedot Pipi	Jarak 60cm, sudut pandang 30°	89%	100%
Menyedot Pipi	Jarak 60cm, sudut pandang 60°	57%	100%
Menyedot Pipi	Jarak 60cm, sudut pandang 90°	51%	100%
Menyedot Pipi	Jarak 90cm, sudut pandang 0°	87%	60%
Menyedot Pipi	Jarak 90cm, sudut pandang 30°	79%	60%
Menyedot Pipi	Jarak 90cm, sudut pandang 60°	60%	40%
Menyedot Pipi	Jarak 90cm, sudut pandang 90°	-	0%

#### C. Pengujian Gerakan Senyum

Dari tabel 4. 3, dapat dilihat bahwa pendeteksian akurasi gerakan senyum dipengaruhi oleh jarak dan sudut pandang yang berbeda. Jarak 60cm mendapat tingkat akurasi yang terbaik. Lalu dengan sudut pandang 0° atau menghadap ke webcam memiliki tingkat akurasi terbaik.

Hasil pengujian juga mengindikasikan hasil yang serupa, bahwa sistem menghadapi kesulitan dalam mendeteksi gerakan pada jarak 30° dan 90°, hal ini mirip dengan kesalahan yang terlihat pada pengujian menyedot pipi, di mana sistem salah mengidentifikasi gerakan diam sebagai gerakan menyedot pipi. Kesulitan dalam membedakan gerakan ini disebabkan oleh karakteristik pergerakan yang mirip pada jarak dan sudut tertentu.

Dari semua pengujian akurasi yang dilakukan, jarak dan sudut pandang sangat berpengaruh dalam proses deteksi dan identifikasi ketiga gerakan yang meliputi membuka mulut, menyedot pipi, dan senyum. Jarak 60cm dengan sudut

pandang 0° memiliki tingkat akurasi terbaik dibandingkan dengan jarak beserta sudut pandang lainnya.

TABEL 4.3  
Hasil pengujian akurasi gerakan senyum

Kelas	Kondisi	Nilai Threshold	Nilai Akurasi
Senyum	Jarak 30cm, sudut pandang 0°	77%	80%
Senyum	Jarak 30cm, sudut pandang 30°	67%	80%
Senyum	Jarak 30cm, sudut pandang 60°	60%	40%
Senyum	Jarak 30cm, sudut pandang 90°	-	0%
Senyum	Jarak 60cm, sudut pandang 0°	94%	100%
Senyum	Jarak 60cm, sudut pandang 30°	79%	100%
Senyum	Jarak 60cm, sudut pandang 60°	70%	100%
Senyum	Jarak 60cm, sudut pandang 90°	53%	100%
Senyum	Jarak 90cm, sudut pandang 0°	73%	60%
Senyum	Jarak 90cm, sudut pandang 30°	68%	60%
Senyum	Jarak 90cm, sudut pandang 60°	59%	60%
Senyum	Jarak 90cm, sudut pandang 90°	-	0%

D. Pengujian Intensitas Cahaya

Berikut adalah hasil pengujian nilai kesamaan dari gerakan membuka mulut, menyedot pipi, dan senyum pada pagi dan malam hari yang dapat dilihat pada tabel 4. 4, 4. 5 dan 4. 6.

TABEL 4.4  
Perbandingan nilai kesamaan gerakan membuka mulut

Membuka Mulut		
Kondisi	Pagi Hari	Malam Hari
Jarak 60 cm, lurus	100%	100%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 30°	87%	85%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 60°	61%	59%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 90°	53%	53%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 30°	81%	80%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 60°	61%	59%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 90°	53%	52%

TABEL 4.5  
Perbandingan nilai kesamaan gerakan menyedot pipi

Menyedot Pipi		
Kondisi	Pagi Hari	Malam Hari
Jarak 60 cm, lurus	100%	100%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 30°	90%	89%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 60°	61%	60%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 90°	52%	51%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 30°	89%	89%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 60°	63%	63%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 90°	53%	53%

TABEL 4. 6  
Perbandingan nilai kesamaan gerakan senyum

Senyum		
Kondisi	Pagi Hari	Malam Hari
Jarak 60 cm, lurus	100%	99%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 30°	86%	83%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 60°	74%	74%
Jarak 60 cm, menengok ke kiri 90°	55%	54%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 30°	81%	81%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 60°	74%	71%
Jarak 60 cm, menengok ke kanan 90°	58%	57%

Ketiga tabel berisi tentang hal yang sama, yaitu perbandingan antara nilai kesamaan pada saat pagi dan malam dengan cahaya lampu. Terdapat perbedaan nilai kesamaan yang cukup kecil. Meskipun kondisi pencahayaan berbeda, hasil pengujian menunjukkan bahwa intensitas cahaya tampaknya tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap proses pendeteksian gerakan.

Namun, perlu diingat bahwa nilai kesamaan yang tinggi pada kedua kondisi menunjukkan bahwa sistem pendeteksian mampu bekerja relatif baik dalam kedua kondisi pencahayaan. Secara keseluruhan, hasil ini memberikan gambaran tentang bagaimana variasi sudut pandang dan kondisi pencahayaan dapat memengaruhi akurasi deteksi gerakan membuka mulut, dengan potensi bahwa pencahayaan memiliki dampak yang lebih minimal pada kinerja sistem deteksi.

## V. . KESIMPULAN

Aplikasi yang mampu mendeteksi gerakan mulut dengan akurasi tinggi memiliki potensi besar dalam proses terapi kognitif bagi lansia dan individu yang menderita penyakit kognitif seperti stroke, aphasia, dan demensia. Dalam pengujian awal, aplikasi ini telah berhasil mengidentifikasi gerakan mulut dengan tingkat akurasi yang sangat baik. Hal ini dapat sangat berguna dalam membantu pasien memulihkan kemampuan berbicara dan berkomunikasi yang terpengaruh oleh kondisi kognitif mereka.

Kendati demikian, untuk mengoptimalkan aplikasi ini, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut. Salah satu aspek yang harus diperhatikan adalah kemampuan untuk mendeteksi pergerakan mulut yang lebih bervariasi. Pasien dengan kondisi kognitif yang berbeda-beda mungkin mengalami variasi dalam gerakan mulut mereka. Oleh karena itu, pengembangan sistem yang lebih adaptif dan canggih

dapat membantu aplikasi ini menjadi lebih efektif dalam menangani berbagai situasi dan jenis gerakan mulut yang beragam. Dengan demikian, aplikasi ini dapat terus meningkatkan kualitas perawatan dan dukungan bagi mereka yang membutuhkannya dalam proses rehabilitasi dan terapi kognitif.

Secara keseluruhan, aplikasi ini menjanjikan dalam membantu pasien dengan penyakit kognitif untuk memulihkan kemampuan berbicara dan berkomunikasi mereka. Dengan pengembangan lebih lanjut yang tepat, aplikasi ini dapat menjadi alat yang sangat berharga dalam perawatan dan rehabilitasi bagi individu yang memerlukan perhatian khusus dalam perbaikan kemampuan berbicara mereka.

## REFERENSI

[1] E. Topol, "Digital medicine: empowering both patients and clinicians," *The Lancet*, vol. 388, pp. 740-741, 2016.

[2] G. C. Fairburn and V. Patel, "The impact of digital technology on psychological treatments and their dissemination," *Behaviour Research and Therapy*, vol. 88, pp. 19-25, 2017.

[3] C. Tang, Z. Wang, X. Sima, and L. Zhang, "Research on Artificial Intelligence Algorithm and Its Application in Games," 2020. [Online]. Available: doi:10.1109/aiam50918.2020.00085. [Accessed 17 November 2022].

[4] M.-S. Wu, T.-H. Lan, C.-M. Chen, H.-C. Chiu, and T.-Y. Lan, "Socio-demographic and health-related factors associated with cognitive impairment in the elderly in Taiwan," *Institute of Population Health Sciences, Taiwan*, 11 January 2011. [Online]. Available: doi:10.1186/1471-2458-11-22. [Accessed 17 November 2022].

[5] T. Loetscher and N. B. Lincoln, "Cognitive rehabilitation for attention deficits following stroke," *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013. [Online]. Available: doi.org/10.1002/14651858.CD002842.pub2. [Accessed 17 November 2022].

[6] C. Chung, A. Pollock, T. Campbell, B. Durward and S. Hagen, "Cognitive Rehabilitation for Executive Dysfunction in Adults with Stroke or Other Adult Nonprogressive Acquired Brain Damage," *Stroke*, vol. 44, no. 7, pp. 77-78, 2013.

[7] R. D. Steele, A. Baird, D. McCall, and L. Haynes, "Combining Teletherapy and On-line Language Exercises in the Treatment of Chronic Aphasia: An Outcome Study," *International Journal of Telerehabilitation*, 2015. [Online]. Available: doi.org/10.5195/ijt.2014.6157. [Accessed 17 November 2022].

[8] L. Stocco and S. Valentin, "Can Digital Games Be a Way of Improving the Neuroplasticity in Stroke Damage? Can the Adult Brain Grow New Cells or Rewire Itself in

Response to a New Experience?" Open Journal of Medical Psychology, vol. 6, 2017.

[9] S. Kühn, T. Gleich, R. C. Lorenz, U. Lindenberger and J. Gallinat, "Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game," *Molecular Psychiatry*, pp. 265-271, 2013.

[10] R. d. Nair, H. Cogger, E. Worthington and N. B. Lincoln, "Cognitive rehabilitation for memory deficits after stroke," *Cochrane Database Syst Rev*, 2016.

[11] Lingraphica, "TalkPath Therapy," [Online]. Available: <https://therapy.aphasia.com/>.

