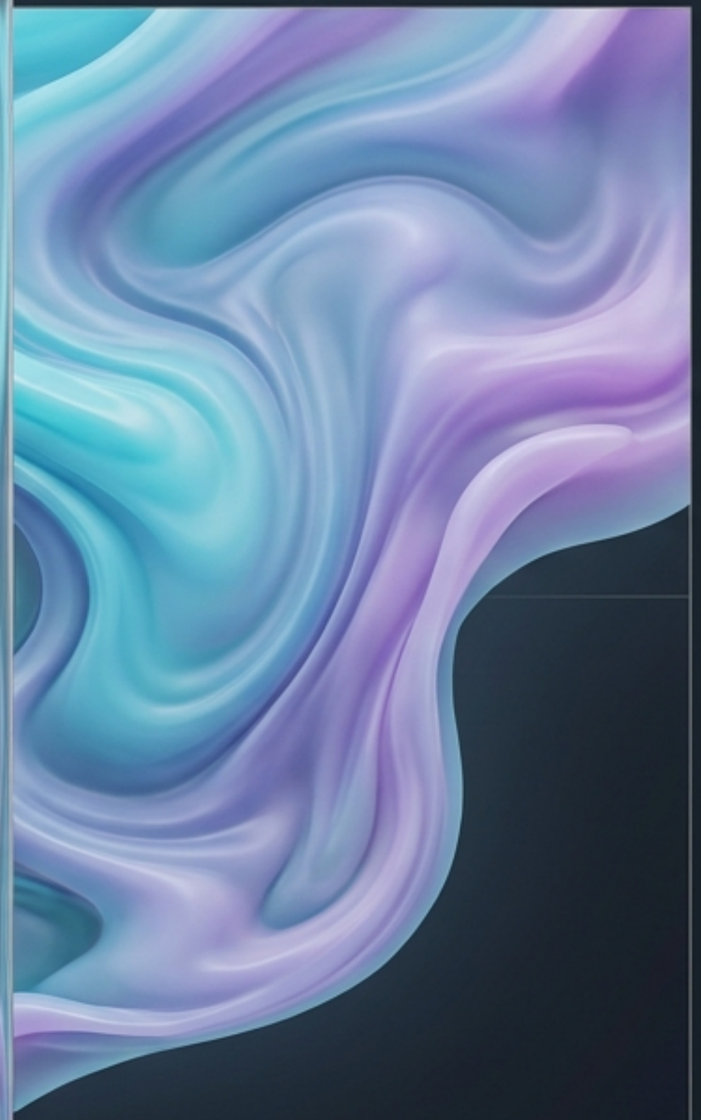
ก้าวข้ามข้อจำกัดของภาษา ด้วยกระแสข้อมูลแบบต่อเนื่อง

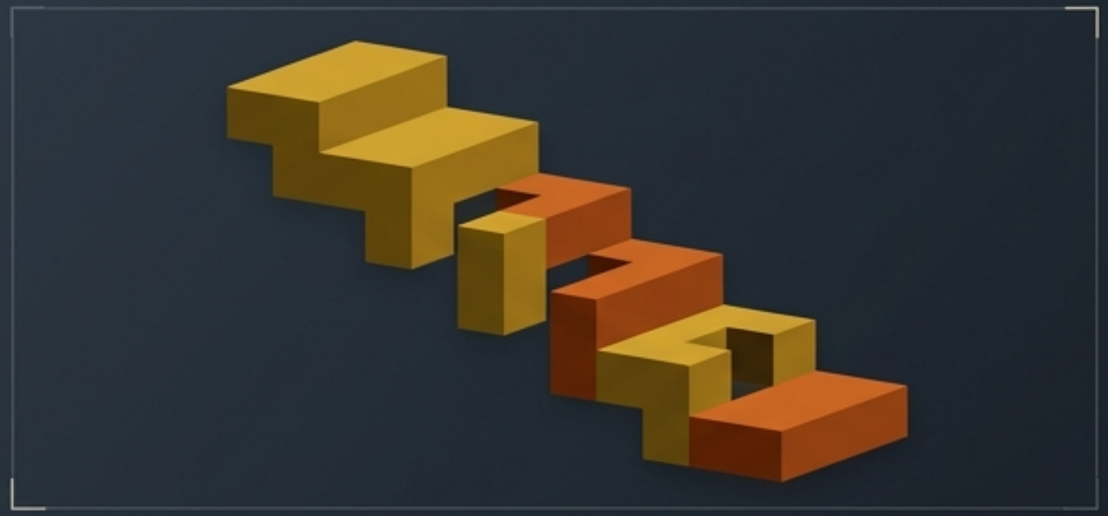
สู่กระบวนทัศน์ใหม่ของ Embedded Language Flows (ELF) เพื่อปลดล็อกประสิทธิภาพ Generative AI



NotebookLM

ภาพทำงานแบบ Continuous

การคำนวณระดับพิกเซลทำงานอย่างลื่นไหล
สมบูรณ์แบบด้วย Continuous Diffusion



ภาษาติดกักอยู่ในโลก Discrete

โมเดลภาษาปัจจุบันถูกบังคับให้เดาคำ (Tokens) ทีละก้อน
ทำให้ขาดความยืดหยุ่นและการทำงานแบบองค์รวม

ผลลัพธ์: โมเดลภาษาแบบ Diffusion (DLMs) ปัจจุบันทำงานช้าและกินทรัพยากรสูง เพราะความไม่สอดคล้องระหว่างกลไกและชนิดข้อมูล

NotebookLM

เปรียบเทียบภูมิทัศน์ของ Diffusion Language Models (DLMs)

	สถานะแบบต่อเนื่อง (Continuous State)	เวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Time)	ไม่ต้องใช้ Decoder แยก (No Separate Decoder)	ไม่ต้องตึกรอบทีละสเต็ป (No Step-by-Step Supervision)
Discrete DLMs (e.g., MDLM, Duo)	✗	✗	✓	✗
Latent Diffusion LMs (e.g., LD4LG)	✓	✗	✗	✓
Simplex/Continuous DLMs (e.g., Diffusion-LM)	✓	✗	✓	✗
ELF	✓	✓	✓	

ELF เป็นโมเดลแรกที่รักษาความลื่นไหลแบบต่อเนื่อง 100% โดยไม่พึ่งพากลไกที่ซับซ้อน

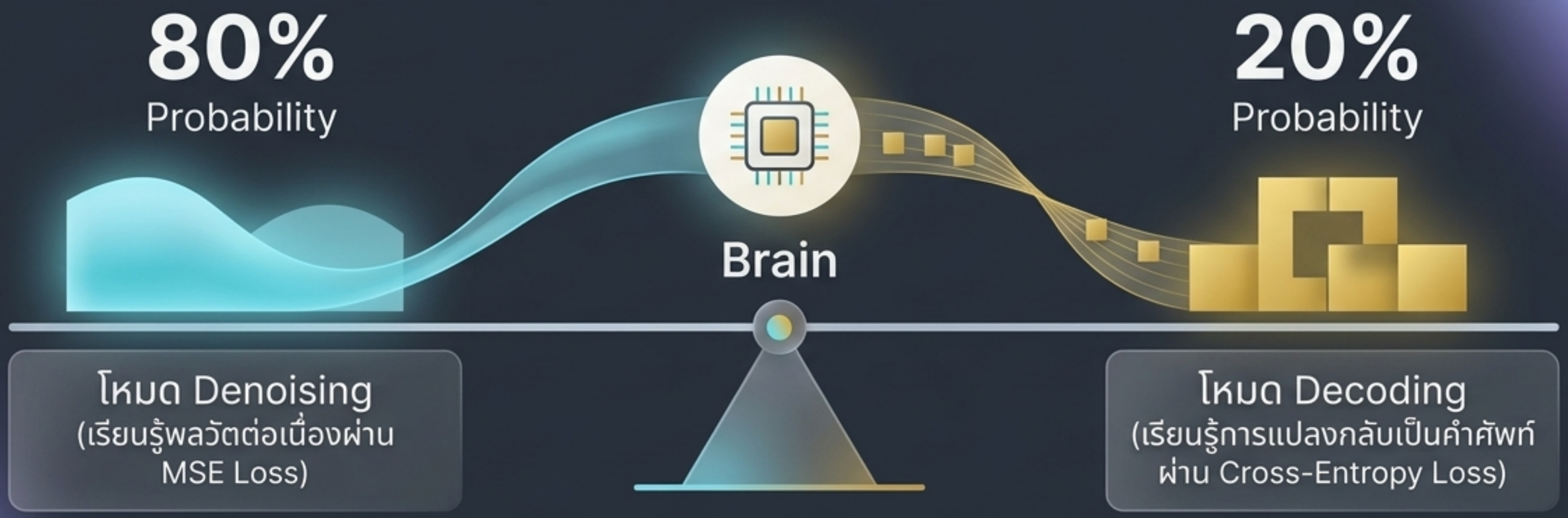
NotebookLM

การแปลงคำศัพท์ในวินาทีสุดท้าย (Late Discretization)

เลิกตีกรอบข้อมูลตลอดเวลา ปล่อยให้ภาษาลื่นไหลเหมือนภาพถ่าย จนกว่าจะถึงวินาทีที่ต้องกลายเป็นคำพูด

NotebookLM

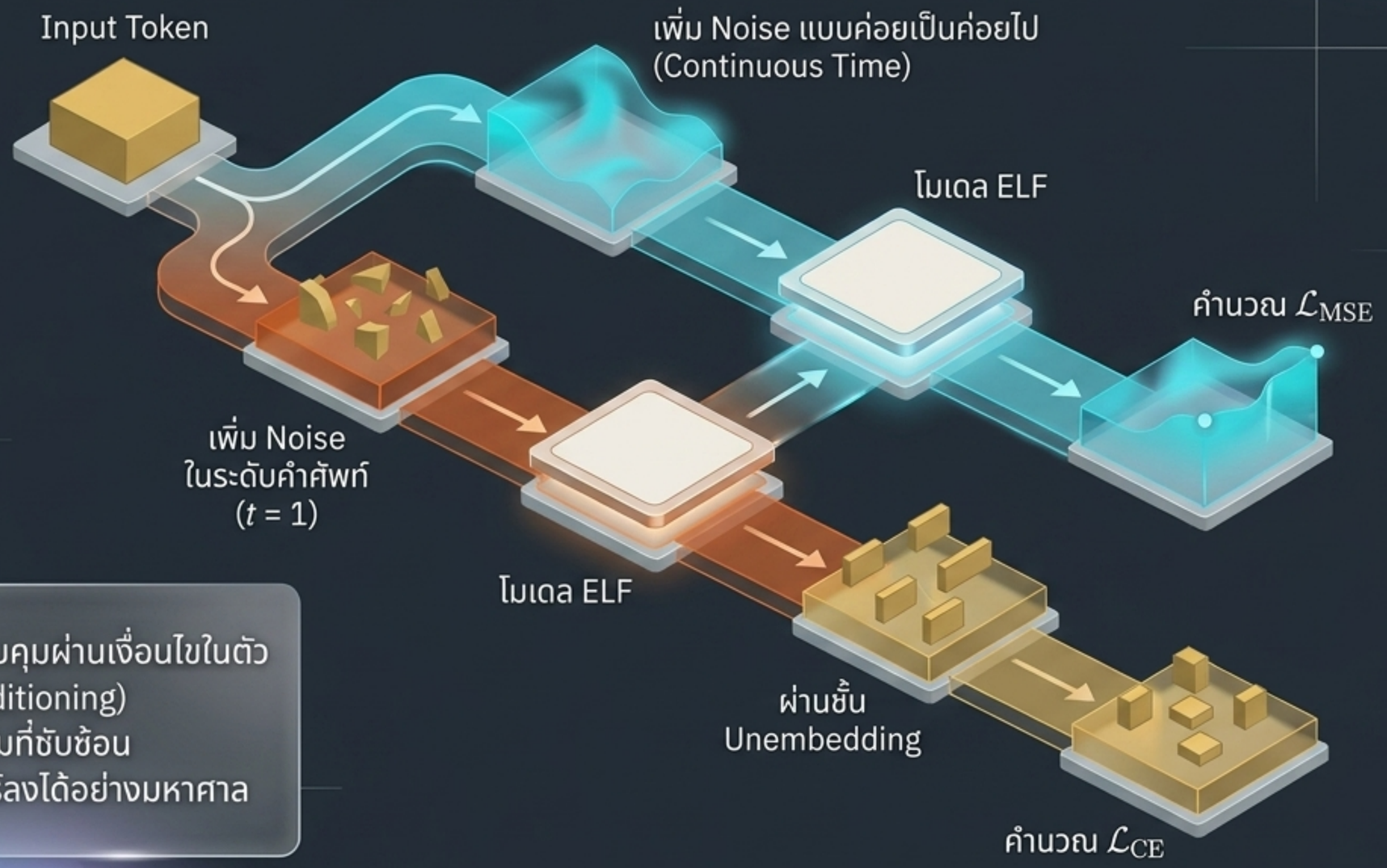
สถาปัตยกรรมน้ำหนักร่วม (Shared-Weight Network)



สมองเดียว ทำได้สองหน้าที่โดยสมบูรณ์ ไม่จำเป็นต้องเพิ่มพารามิเตอร์หรือฝึก Decoder แยกต่างหาก ทำให้การทำงานรวดเร็วและเป็นเนื้อเดียวกัน

NotebookLM

เจาะลึกกระบวนการ: กระแสข้อมูลสองเส้นทาง



นวัตกรรม: การควบคุมผ่านเงื่อนไขในตัว
(In-Context Conditioning)
แทนที่จะใช้วิธีดั้งเดิมที่ซับซ้อน
ช่วยลดพารามิเตอร์ลงได้อย่างมหาศาล

NotebookLM

สูตรสำเร็จในการออกแบบ (The Design Recipe)

ข้อมูลตั้งต้น (Representations)

- ✓ Pretrained T5 Encoder (ได้ผลลัพธ์ดีที่สุด)
- ✗ Gaussian / Learnable Embeddings

กลไกคอขวด (The Bottleneck)

- ✓ 128 Dimensions (สมดุลระหว่างคุณภาพและความหลากหลาย)
- ✗ 32 / 512 Dimensions

วิธีการสุ่ม (The Sampler)

- ✓ SDE Sampling (ให้ความแม่นยำสูงในจำนวนก้าวที่น้อยกว่า)
- ✗ ODE Sampling

การผสมผสานที่ลงตัวเหล่านี้สร้างความสมดุลที่สมบูรณ์แบบระหว่างความหลากหลาย (Diversity) และ คุณภาพ (Generation Quality)

NotebookLM

ประสิทธิภาพสูงสุด ทรัพยากรต่ำสุด

>500 Billion Tokens

Prior DLMs (MDLM, Duo, FLM)
รวมกระบวนการฝึกซ้อนทับและ Distillation ที่กินเวลา

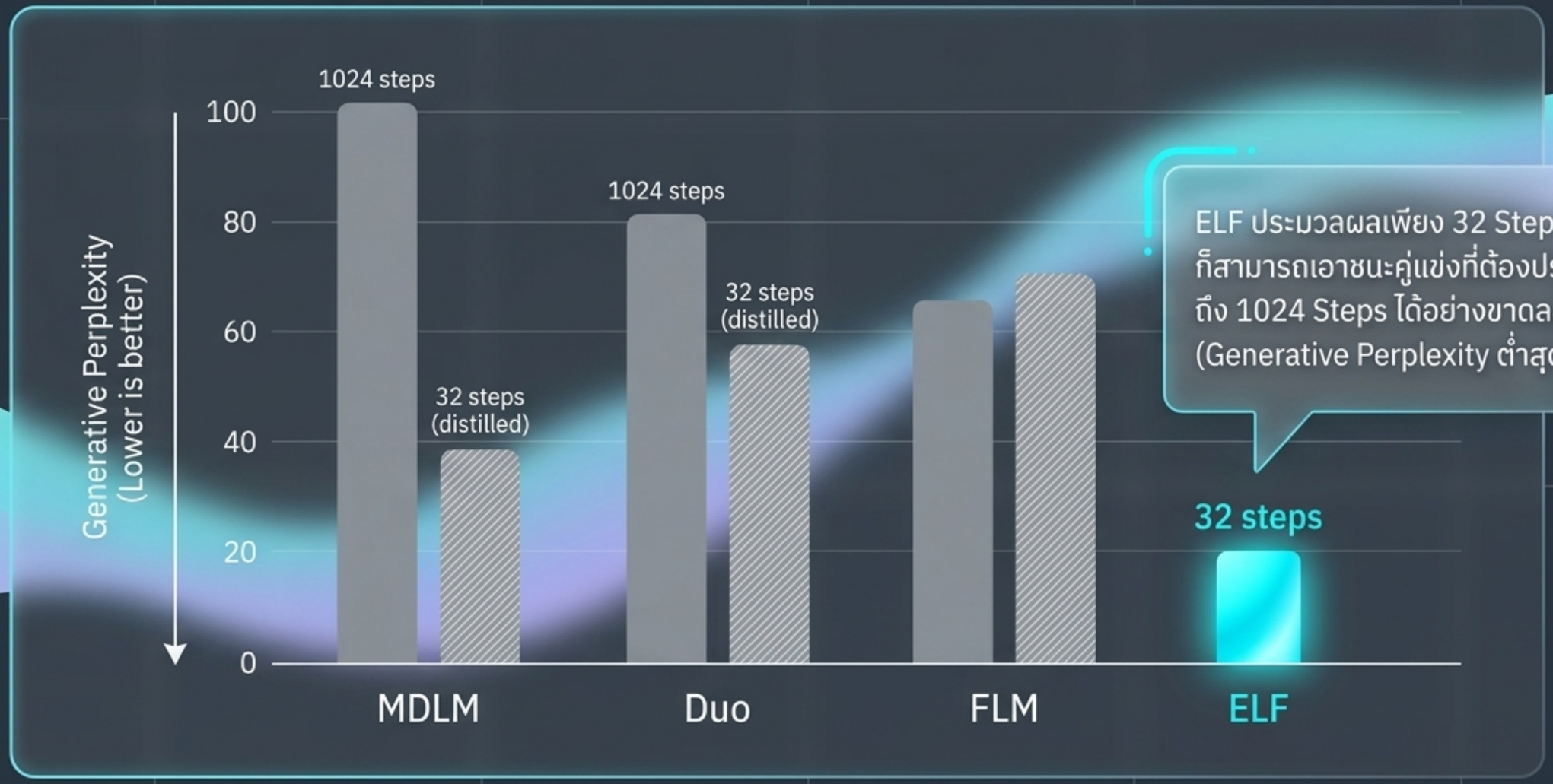
45 Billion Tokens
(ใช้น้อยลง 10 เท่า)

ELF
การฝึกโมเดลชั้นเดียวอันทรงประสิทธิภาพ

“ ELF ชนะโมเดลคู่แข่งได้โดยใช้ข้อมูลการฝึกฝนน้อยกว่าคู่แข่งถึง 10 เท่า
โดยไม่ต้องใช้กระบวนการ Distillation ใดๆ ”

NotebookLM

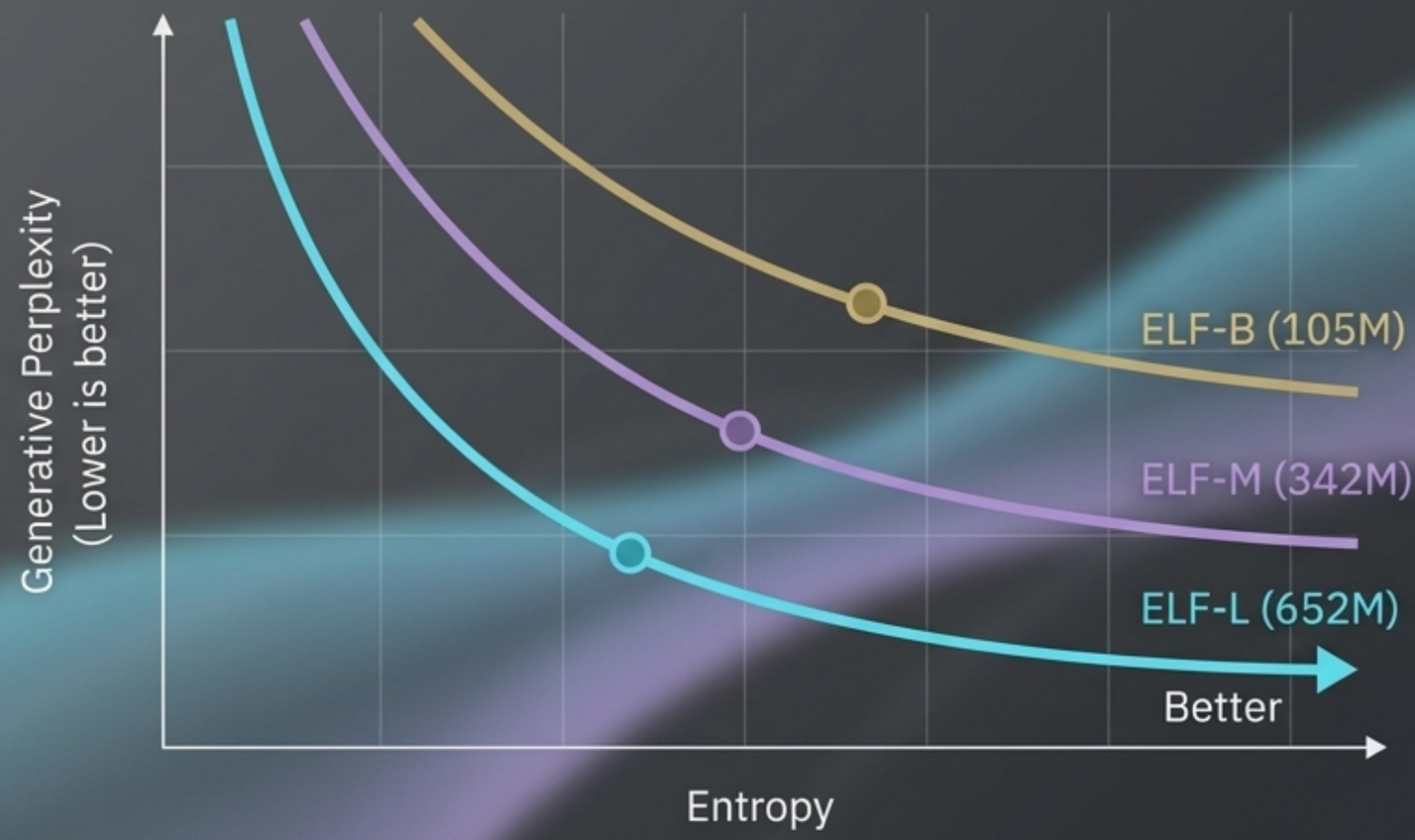
ก้าวข้ามขีดจำกัดด้านคุณภาพและความเร็ว



ELF ประมวลผลเพียง 32 Steps ก็สามารถเอาชนะคู่แข่งที่ต้องประมวลผลถึง 1024 Steps ได้อย่างขาดลอย (Generative Perplexity ต่ำสุด)

NotebookLM

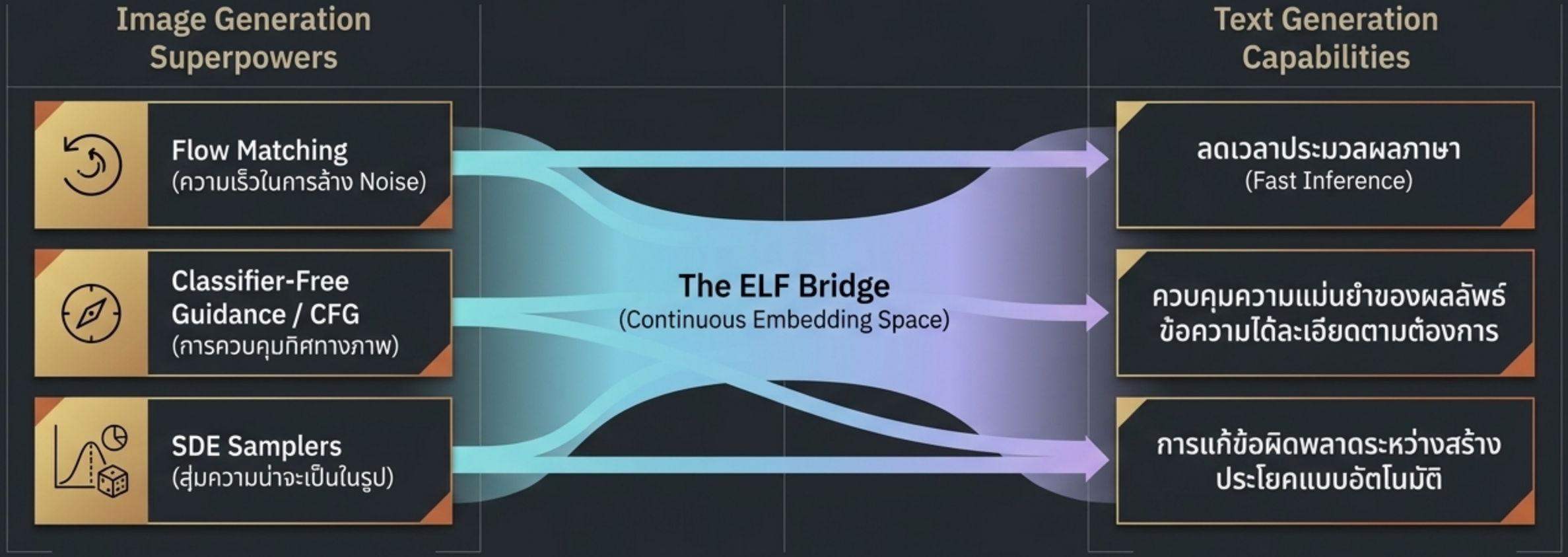
ยิ่งขยายขนาดยิ่งทรงพลัง (Scaling Law)



กลไก Continuous Flow Matching ของ ELF ตอบสนองต่อการขยายขนาดโมเดลอย่างสมบูรณ์แบบ ยิ่งโมเดลมีขนาดใหญ่ คุณภาพของภาษายิ่งเฉียบคมโดยไม่เสียความหลากหลาย (Diversity)

NotebookLM

จุดเชื่อมต่อแห่งทศวรรษ: ปลดล็อกสูตรโกงจากภาพสู่ภาษา



เพราะ ELF บังคับให้ "ตัวหนังสือ" มีพฤติกรรมเหมือน "พิกเซลภาพ" ในโลก Latent Space
ทำให้เราสามารถหยิบยืมเทคโนโลยีที่ดีที่สุดจากโมเดลระดับโลกอย่าง Midjourney หรือ FLUX มาใช้กับภาษาได้ทันที!

NotebookLM

ผลลัพธ์เหนือระดับในโลกความเป็นจริง

การแปล (Machine Translation)

Original: “Es zeigt einen Ring aus schwarzen Löchern, 430 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt.”

ELF Output: “It shows a ring of black holes, 430 million lights years from the Earth.”

26.4 BLEU Score
(Beating Autoregressive & Discrete DLMs)

การสรุปความ (Summarization)

Source: “...Joe Cardle slotted in his eighth of the season before setting up Kallum Higginbotham to extend the Pars’ lead. Dumbarton’s Craig Barr hit the crossbar with a second-half header but the Sons then had Andy Dowie sent off for two bookings. Substitutes Nicky Clark and Andy Ryan added late goals to add gloss to the visitors’ victory. That is four wins on the bounce for Allan Johnston’s men and on this form Dunfermline appear to be more than capable of sustaining a promotion challenge. Of the six players playing in...”

ELF Output: “Dunfermline climbed off the bottom of the Championship with a comfortable victory at Dumbarton to move within seven points.”

โครงสร้างที่ลื่นไหลช่วยให้ ELF รักษาความหมายดั้งเดิมและเรียบเรียงประโยคใหม่ได้อย่างเป็นธรรมชาติ

NotebookLM

อนาคตของโมเดลภาษา คือความลื่นไหล

- **ทลายกรอบเดิม:** เปลี่ยนจาก Discrete Tokens สู่โลก Continuous อย่างสมบูรณ์แบบ
- **ประสิทธิภาพขั้นสุด:** ใช้ข้อมูลน้อยกว่า 10 เท่า ทำงานรวดเร็วกว่าด้วย SDE Samplers
- **รากฐานแห่งอนาคต:** ผสานรวมวิวัฒนาการระหว่างโมเดลสร้างภาพและภาษาเข้าไว้ด้วยกัน

Embedded Language Flows (ELF) ไม่ใช่เพียงโมเดลใหม่ แต่คือการเปิดประตูสู่ยุคถัดไปของ Generative AI ที่ทุกการสร้างสรรค์เชื่อมต่อกันเป็นกระแสเดียว

NotebookLM