

PsyFEM – Deep Concept Overview

Eine abstrakte Darstellung eines dynamischen,
mehrdimensionalen Graphmodells

Étienne Prieckaerts

2025

Zusammenfassung

PsyFEM beschreibt ein dynamisches Netzwerkmodell, das Zustände, Erinnerungen und mehrdimensionale Aktivierungen in einer gemeinsamen Struktur vereint. Es verbindet Elemente aus der Graphentheorie, nichtlinearen dynamischen Systemen, episodischem Gedächtnis, Vektorraum-Modellen und Konzepten, die an Verfahren der Finite-Elemente-Methodik (FEM) erinnern, jedoch ohne deren geometrische Bindung.

Dieses Dokument stellt eine **konzeptionelle Forschungsnotiz** dar. Es enthält bewusst keine rekonstruktionsfähigen Algorithmen oder Implementierungen. Ziel ist es, den grundsätzlichen wissenschaftlichen Mehrwert des Ansatzes zu vermitteln, ohne interne Mechanismen offenzulegen.

1. Motivation

Viele existierende Modelle bilden entweder:

- **rein symbolische Relationen** (Graphdatenbanken, Wissensgraphen),
- **rein statistische Muster** (Deep Learning, Embeddings),
- oder **rein dynamische Systeme** (ODE/PDE-Simulationen)

ab – aber kaum ein Modell verbindet alle drei Bereiche in einem kohärenten Rahmen.

PsyFEM adressiert diese Lücke durch ein System, das

1. Netzwerke nutzt, um Struktur abzubilden,
2. Vektorräume nutzt, um innere Zustände zu modellieren,
3. und dynamische Kopplungen nutzt, um Veränderungen über Zeit darzustellen.

2. Struktur des Modells (hochabstrakt)

2.1 Knoten als Zustands- und Gedächtniseinheiten

Jeder Knoten trägt einen mehrdimensionalen Zustandsvektor, typischerweise

$$\mathbf{e} \in \mathbb{R}^n,$$

wobei n in der Grundkonzeption vier Dimensionen umfasst (z.B. analog zu affektiven Grundrichtungen wie Freude, Angst, Trauer, Wut). Der Vektor beschreibt jedoch keine Emotionen im psychologischen Sinne; die Achsen sind frei definierbare Träger von Systemtendenzen.

2.2 Kantengewichte

Kanten transportieren Einflüsse zwischen Knoten. Ihre Stärke wird über ein gewichtetes Adjazenzschema dargestellt. Die Werte können über Zeit modifiziert werden, z.B. durch abstrakte Verstärkungsmechanismen.

2.3 Globaler Systemzustand (“Mood”)

Das Netzwerk besitzt einen globalen Vektor

$$\mathbf{m}(t) \in \mathbb{R}^n,$$

der eine systemweite Tendenz beschreibt. Er beeinflusst Knoten und wird von ihnen beeinflusst.

2.4 Episodische Repräsentationen

Neben dem aktuellen Zustand können zeitliche Muster als Episoden gespeichert und später wieder abgerufen werden. Dies dient der Identifikation langfristiger Strukturen oder Wiederholungsmuster.

3. Dynamische Prinzipien (abstrakt)

Wichtig: Es werden keine vollständigen Gleichungen, keine Parameter und keine Update-Regeln offengelegt. Die folgende Darstellung beschreibt lediglich die konzeptionellen Prinzipien.

3.1 Grundidee dynamischer Kopplung

Die zeitliche Veränderung eines Knotenzustands folgt einer allgemeinen Form:

$$\frac{de_i}{dt} = (\text{lokale Dynamik}) + (\text{Einfluss aus dem Netzwerk}) + (\text{Einfluss des globalen Zustands}).$$

Diese Struktur ist verwandt mit bekannten dynamischen Systemen, unterscheidet sich jedoch durch:

- multidimensionale innere Vektoren,
- kontextabhängige Kopplungen,
- episodische Rückkopplungen,
- variable Topologie.

3.2 Hebb-artige Verstärkung (qualitativ)

Wiederholte gleichzeitige Aktivierungen zweier Knoten können deren Verbindung verstärken. Dies folgt dem Prinzip:

“Co-activation implies stronger relation”,

jedoch ohne klassische Hebb-Formeln offenzulegen. Die Mechanik ist konzeptionell ähnlich, aber wesentlich flexibler definiert.

3.3 Diffusionsartige Prozesse

Ein optionaler Mechanismus erlaubt es, Zustandsanteile über das Netzwerk zu „verteilen“. Mathematisch erinnert dies an Laplace-Operatoren:

$$\mathbf{L} \cdot \mathbf{x},$$

jedoch ohne geometrische Interpretation wie in der FEM.

Der Zweck ist:

- Glättung von Mustern,
- globale Stabilisierung,
- Überführung lokaler Aktivationen in systemweite Tendenzen.

3.4 FEM-Analogie (metaphorisch)

Die Analogie zur Finite-Elemente-Methode besteht nicht in Geometrie oder Materialberechnung, sondern in der Idee, dass:

- lokale Einheiten gekoppelt werden,
- globale Stabilität von lokalen Interaktionen abhängt,
- ein Netz aus idealisierten Elementen erstellt wird,
- Systemzustände als Lösung eines gekoppelten Systems entstehen.

Diese Analogie dient dem Denkmodell – nicht der technischen Rekonstruktion.

4. Innovation gegenüber bestehenden Systemen

PsyFEM unterscheidet sich durch:

- die Kombination aus Graphstruktur, episodischem Gedächtnis und multidimensionalen Zustandsvektoren,
- ein globales Systemverhalten, das emergent und nicht vorgegeben ist,
- adaptive dynamische Kopplung zwischen lokalen und globalen Größen,
- optional nichtlineare Diffusion,
- interpretierbare Musterbildung in zeitabhängigen Informationen,
- keine Bindung an geometrische Räume trotz FEM-ähnlichen Strukturen.

5. Potentielle Anwendungsfelder (abstrakt)

- Analyse komplexer Organisationssysteme,
- dynamisches Monitoring technischer Prozesse,
- augmentierte Entscheidungsunterstützung,
- adaptive Mustererkennung in zeitabhängigen Daten,
- abstrakte Modellierung von Gedächtnis- oder Zustandsverläufen,
- simulationsbasierte Vorhersage zukünftiger Systemzustände.

Diese Liste ist offen und nicht vollständig.

6. Sicherheit dieser Veröffentlichung

Diese Research Note zeigt:

- die theoretische Einordnung,
- die konzeptionelle Struktur,
- die Motivation und den Mehrwert,
- grobe mathematische Prinzipien ohne jegliche Parameter oder Update-Logik.

Damit erfüllt sie drei Ziele gleichzeitig:

1. Wissenschaftliches Interesse wird geweckt.
2. Die Urheberschaft ist dokumentiert.
3. Das System bleibt vollständig unreproduzierbar.