

Reproduktion

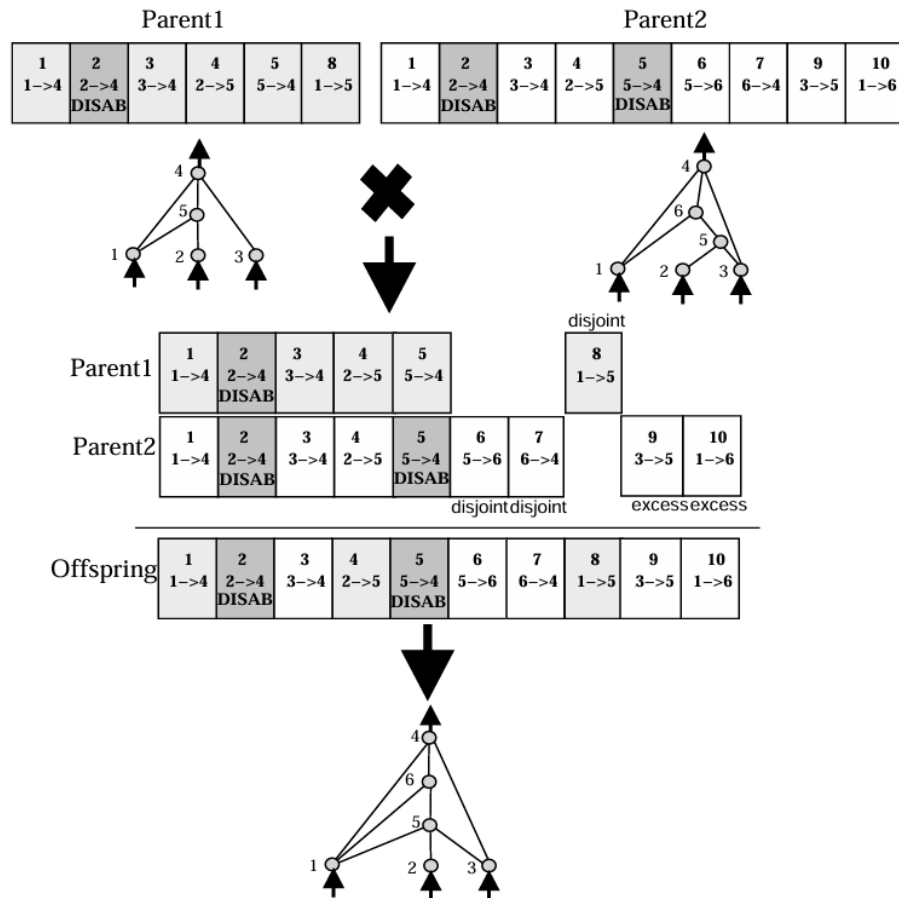
Die Reproduktion in NEAT kann über zwei Arten erfolgen. Entweder über das Erzeugen eines Individuums mit zufälligen Verbindungsgewichten und der minimal Menge an Neuronen oder über die Kreuzung (auch als "Crossover" bekannt) von Individuen. Die Kreuzung ermöglicht, Eigenschaften von zwei "Eltern"-Netzwerken zu kombinieren, um ein neues "Kind"-Netzwerk zu erzeugen. Dieser Prozess ist vergleichbar mit der biologischen Fortpflanzung, bei der das Erbgut beider Elternteile vermischt wird, um Nachkommen zu schaffen, die Merkmale beider Eltern erben.

Arten der Reproduktion?

1. **Kreuzung:** Bei der Kreuzung (Crossover) werden zwei disjunkte Individuen, also Netzwerke aus unterschiedlichen Spezies oder mit deutlich verschiedenen Topologien, ausgewählt. Alle gemeinsamen Erbgutinformationen, d.h. Verbindungen und Neuronen, die in beiden Elternteilen vorhanden sind, werden direkt an das Kind weitergegeben. Für die Verbindungsgewichte dieser gemeinsamen Merkmale wird zufällig entschieden, von welchem Elternteil sie übernommen werden.

Das Elternteil, das ursprünglich den besseren Fitnesswert hatte, erhält einen zusätzlichen Vorteil: Es darf alle Neuronen und Verbindungen, die nicht in beiden Elternteilen vorhanden sind (also die disjunkten und überflüssigen Gene), ebenfalls an das Kind weitergeben. Diese Neuronen und Verbindungen können wichtige Innovationen darstellen, die das Kind befähigen, bessere Leistungen als die Eltern zu erbringen.

Dieser Prozess der Kreuzung ermöglicht es, vorteilhafte Merkmale aus beiden Elternteilen zu kombinieren und gleichzeitig Raum für neue, innovative Strukturen im Kind zu schaffen. Dadurch trägt die Kreuzung in NEAT dazu bei, die Evolution von Netzwerken voranzutreiben und die genetische Vielfalt innerhalb der Population zu bewahren.



Quelle: Kenneth O. Stanley (2001). Evolving Neural Networks through Augmenting Topologies

2. **Parthenogenese (eingeschlechtliche Fortpflanzung):** Bei der Parthenogenese in NEAT handelt es sich um eine Form der Fortpflanzung, bei der ein Individuum nur einen Elternteil besitzt. Das bedeutet, dass das neue Netzwerk direkt von einem einzelnen Elternnetzwerk abstammt. Dieses Elternteil übergibt alle seine Erbgutinformationen, einschließlich der vollständigen Netzwerktopologie und der Verbindungsgewichte, an das neue Individuum. **Zur Anwendung kommt diese Art, wenn eine Spezies aus nur einem Individuum besteht und somit keine geeigneten Partner für eine Kreuzung existieren.**

Um sicherzustellen, dass das neue Individuum nicht eine exakte Kopie seines Elternteils ist und weiterhin genetische Vielfalt in der Population gefördert wird, werden während dieses Prozesses die **Verbindungsgewichte leicht gestört (mutiert)**. Diese kleinen Mutationen sorgen dafür, dass das neue Netzwerk sich in seiner Struktur und Funktionsweise leicht von dem erzeugenden Netzwerk unterscheidet. Diese Methode ermöglicht eine Form der genetischen Variation ohne die Notwendigkeit eines zweiten Elternteils und trägt dazu bei, das Potenzial zum Entdecken neuer, besserer Lösungen in der Population zu erhöhen.

3. **Reproduktion von Netzen durch zufällige Generierung:** Bei der zufälligen Generierung werden Netzwerke ohne direkte Eltern erstellt. Das bedeutet, dass ihre Topologie und die initialen Verbindungsgewichte völlig neu und unabhängig von bestehenden Netzwerken in der Population zufällig festgelegt werden. Diese Netzwerke können in ihrer Struktur und Komplexität stark variieren, je nach den Parametern, die bei ihrer Erzeugung definiert sind.

Der Hauptzweck dieser Methode besteht darin, den Suchraum für mögliche Lösungen zu erweitern. Während Kreuzung und Parthenogenese hauptsächlich auf bestehenden, bewährten Strukturen aufbauen, kann die zufällige Generierung völlig neue und möglicherweise innovative Netzwerke in die Population einbringen. Obwohl viele dieser zufällig erzeugten Netzwerke möglicherweise nicht sofort erfolgreich sind, bietet ihre Einführung dennoch eine wertvolle Möglichkeit, unerforschte Bereiche des Lösungsspektrums zu erkunden.