

# ÜBERBLICK ÜBER DIE HYPERLYNX-TECHNOLOGIE

VON STEVE KAUFER, MENTOR GRAPHICS



H I G H S P E E D D E S I G N

T E C H B R I E F

[www.mentor.com/hyperlynx](http://www.mentor.com/hyperlynx)

## ÜBERBLICK

Willkommen zur nächsten Generation des High-Speed-Designs. Von Digital-Designern wird erwartet, dass sie genauso wie Ihre Kollegen aus dem HF/Mikrowellen-Bereich die Komplexität beherrschen, mit der sie beim Wechsel vom Zeit- in den Frequenzbereich konfrontiert sind. Sie müssen neue Methodiken erlernen, beispielsweise COM (Channel Operating Margins), PAM-4 (Pulse Amplitude Modulation mit vier Zuständen) und HMC (Hybrid Memory Cube und andere 3D-Speicherarchitekturen). Um diese Herausforderungen zu bewältigen, integriert Mentor Graphics in die HyperLynx-Version 9.3 die Signal- und Power-Integritätsanalyse, den 3D elektromagnetischen Field-Solver und eine schnelle DCR-Prüfung in einer einheitlichen Umgebung. Basierend auf der bekannten HyperLynx-SI/PI-Anwendung bietet dieses Produkt Designern nun eine komplette Palette an Analysetechnologien für den Entwurf von allen Arten von digitalen High-Speed-Leiterplatten. HyperLynx umfasst nun eine große Auswahl an grundlegenden Simulations-Engines und eine grafische Benutzeroberfläche (GUI), die sowohl die schnelle, interaktive als auch die umfassende Batch-Mode-Analyse unterstützt. HyperLynx setzt damit einen neuen Standard für die Bereitstellung von High-Speed-Funktionen in einer einzigen einfach zu bedienenden Umgebung.

Diese HyperLynx-Version ist das Ergebnis einer jahrzehntelangen intensiven Investition von Mentor in seine High-Speed-Tools. In der Industrie ist HyperLynx seit langem ein weit verbreitetes High-Speed-Tool, nun wird es auch das leistungsfähigste und das am besten integrierte Tool. Designer, die bei HyperLynx in erster Linie an „schnelle und einfache SI“ denken, sollten einen neuen Blick darauf werfen, wie sich das Produkt grundlegend weiterentwickelt und verbessert hat.

## PRÄZISE HOCHLEISTUNGSSIMULATOREN – ALLES IN EINER UMGEBUNG

Hi High-Speed-Leiterplatten unterscheiden sich erheblich hinsichtlich ihrer Größe, Lagenanzahl, Routing-Dichte, Signalgeschwindigkeit, der Art des verwendeten Siliziums, den Herausforderungen bei der Stromversorgung und bei vielem anderen. Manche Designer führen Analysen mit einer Vielzahl von Tools durch, beispielsweise nehmen sie einen Batch-Mode-Signal-Integritäts- (SI-) Simulator für langsame Signale und einen 3D elektromagnetischen (EM-) Field-Solver für sehr schnelle SERDES-Kanäle. Aber selbst ein Tool-Paket, das von einem einzigen EDA-Anbieter stammt, erfordert für verschiedene Analysearten in der Regel mehrere Anwendungen und Benutzerschnittstellen, beispielsweise für die Signal-, Power- oder 3D-Analyse.

Im Gegensatz dazu unterstützt HyperLynx nun alle Analysearten in einer einzigen Applikation mit einer Benutzerschnittstelle. Der Anwender kann einen kritischen SERDES-Kanal binnen einer Minute simulieren und dann – durch Auswahl eines einzelnen neuen Menüpunkts – zur Analyse eines komplexen Stromversorgungsnetzes wechseln.

Dieser Komfort ist aber nur dann hilfreich, wenn die zugrundeliegende Simulations-Engine und die Algorithmen leistungstark sind. Mentor hat in den letzten Jahren erheblich in die HyperLynx Analyse-Technologie investiert. Insbesondere in die Modellierung der Verbindungen wurde viel Forschungs- und Entwicklungsaufwand gesteckt: Um äußerst präzise Simulationsnetzlisten zu erzeugen, kombiniert HyperLynx nun eine superschnelle Geometrie-Extraktions-Engine mit modernster Materialmodellierung (für Breitband-Dielektrika, Kupfer-Rauigkeit etc.)

Das Übersprechen lässt sich sehr detailliert modellieren und ein Aggressor-Netz selbst in den größten Layout-Datenbanken schnell identifizieren. Als Basis hierfür dienen geometrische und elektrische Grenzwerte. Für höhere Signal-Bandbreiten wurden die Simulatoren von HyperLynx derart verbessert, dass sie nun S-Parameter-Modelle praktisch jeder Größe handhaben können. Außerdem führt nun eine einzigartige Engine die S-Parameter-Extraktion aus.

## FUNKTIONEN UND VORTEILE

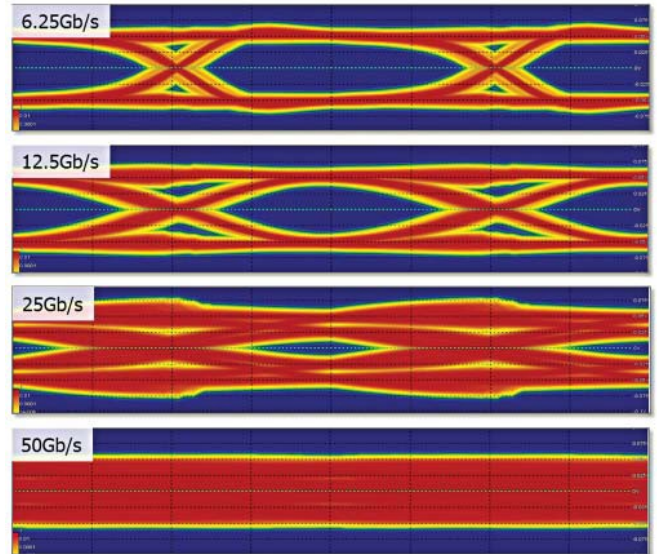
- HyperLynx integriert Technologien auf einem neuen Niveau, kombiniert somit leistungsstarke, weltweit führende EM-Solver, Simulatoren und Geometrie-Extraktions-Engines und vereinfacht die Methodik für das Design, die Analyse und Sign-off-Validierung
- Ein hybrider Analyse-Flow und Techniken zur Mustererkennung verkürzen die Simulationszeit um mehrere Größenordnungen
- Leistungsorientierte Kanal-Extraktion und fortgeschrittene entkoppelte Analysen verwenden einen hybriden Full-Wave-Solver zur Erweiterung der Power-Integritätsanalyse einschließlich komplexer breitbandiger elektromagnetischer Interaktionen zwischen verschiedenen Versorgungsnetzen, Traces, Vias, Metallflächen
- Erste kommerziell verfügbare Lösung für COM- (Channel-Operating-Margin-) Analysen gemäß der Spezifikation 100 Gbit/s Ethernet IEEE 802.3bj
- Die innerhalb des Kanal-Analyse-Wizards von HyperLynx unterstützte PAM-4-Signal-verarbeitung erlaubt What-if- und nachgelagerte Analysen zur Untersuchung und Trade-off-Analyse zwischen herkömmlichen und neuen Technologien
- Die konsolidierte aktive Generierung eines Sign-off-Reports in HTML für DDR4 verkürzt die Zeit bis zum Endziel der Analyse noch weiter

## DIE HERAUSFORDERUNGEN NEUER TECHNOLOGIEN BEWÄLTIGEN

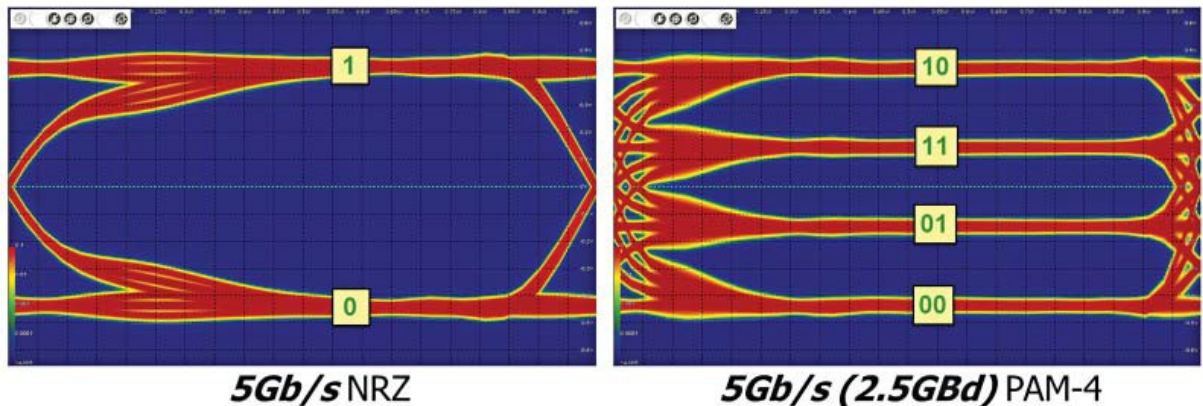
Durch Einführung von SERDES-Technologien sind die Frequenzen in der digitalen Signalverarbeitung erheblich gestiegen – selbst ein „Mainstream“-Protokoll wie PCIe Gen3 läuft mit 8 Gbit/s. Um diese Herausforderung zu meistern, bietet HyperLynx erweiterte elektromagnetische Field-Solver einschließlich Full-Wave 3D. Das Bild rechts zeigt die Auswirkungen steigender Datenübertragungsraten und Frequenzen im realen SERDES-Kanal.

Jedoch kann eine 3D-EM-Simulation schwierig sein – sowohl das Verständnis dafür als auch das Setup. Deshalb ist die 3D-Engine tief in der HyperLynx-Version integriert, so dass der Anwender nie die Feinheiten einer Full-Wave-Solver-Umgebung erlernen muss. Struktur-Geometrien werden weitergegeben, elektromagnetische (EM) Ports eingeführt, Simulationen laufen ab und S-Parameter-Ergebnisse werden automatisch in Zeitbereichssimulationen integriert. Um mit der Einführung der zunehmend schnelleren SERDES Technologie Schritt zu halten, tätigt Mentor beim 3D und anderen elektromagnetischen Solvern weiterhin erhebliche Investitionen und Weiterentwicklungen.

Zusätzlich zu EM wird ein erheblicher Teil an Technologie für die hervorragende SERDES Simulation benötigt. In den letzten fünf Jahren hat Mentor auch stark in diese Bereiche investiert. Beispielsweise kann nun eine SERDES-Signalverarbeitung basierend auf der PAM-4-Modulation simuliert werden. Dabei werden vier logische Levels verwendet und nicht zwei wie in der traditionellen NRZ-Modulation. PAM-4 ist derzeit in der Industrie ein „heißes“ Thema und bringt einen so großen Technologieschub mit sich, dass einige Designer schon jetzt bereit sind, sich mit diesem Thema auseinanderzusetzen. Bei der Anwendung von HyperLynx können Ingenieure PAM-4 mit ihren jeweiligen Systemen ausprobieren und direkt mit NRZ vergleichen, damit sie sehen, ob der Wechsel das Risiko wert ist. Das Bild unten zeigt NRZ- und PAM-4-Augendiagramme für den gleichen Kanal.



*Oben sind die Effekte durch steigende Datenübertragungsraten eines SERDES-Kanals erkennbar (kleiner werdende Augen). Unten wird gezeigt, wie höhere Datenübertragungsraten und Frequenzen eine immer detailliertere Simulations-Modellierung erfordern.*



*Augendiagramme für den gleichen Kanal bei NRZ und PAM-4. Das PAM-4-Signal überträgt die gleiche Datenmenge bei halber Baudrate.*

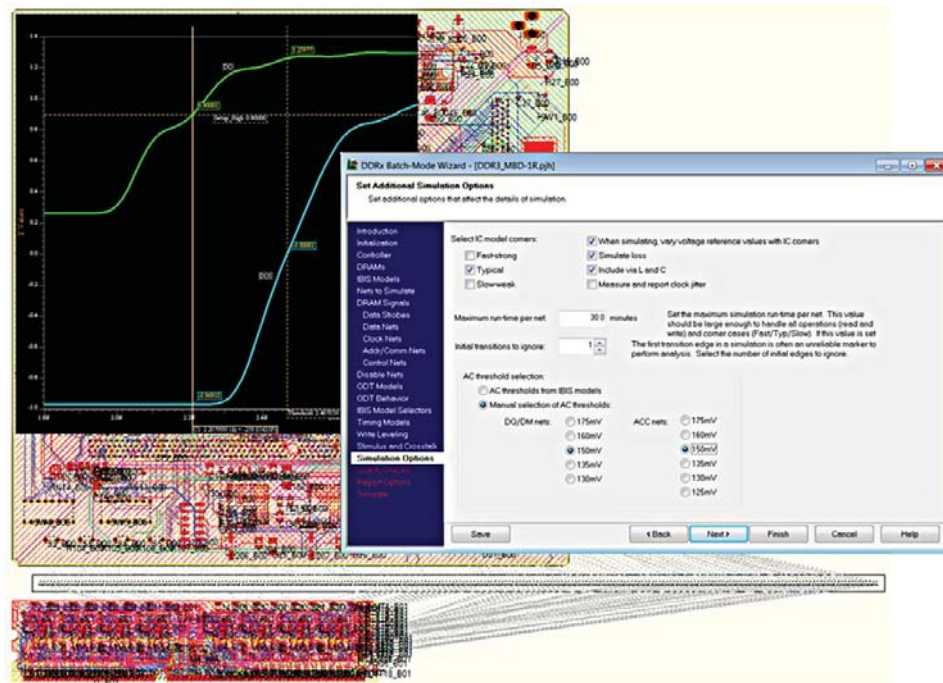
Die Stromversorgungssysteme der Leiterplatten gewinnen mehr und mehr an Bedeutung. Was früher „Versorgungslagen“ waren, ist heute eine Ansammlung hochkomprimierter „Versorgungsbereiche“, deren Integrität überprüft werden muss. HyperLynx enthält mehrere zusätzliche Engines für eine Reihe von Power-Integritätsfunktionen zusammen mit Signal-Integritätsfunktionen in derselben Anwendung. Dazu gehören zwei 2,5D-Solver, der industrieweit schnellste DC/IR-Drop-Simulator und ein quasistatischer 3D-Solver. Die aktuelle Version enthält einen zusätzlichen weiterentwickelten 2,5D-Solver, der sowohl reine Power- als auch gemischte Signal- und Power-Modellierung durchführen kann. Diese dient im Falle von SSN- (Simultaneous-Switching-Noise-) Untersuchungen dazu, die Genauigkeit von SI-Simulationen zu verbessern. Viel Wert wurde auf die Analyse von Designs mit nicht idealen PDNs gelegt, einschließlich derjenigen, bei denen die Versorgung hauptsächlich über Leiterbahnen erfolgt (anstatt über große Flächen).

Aus Anwendersicht unterscheiden sich PI- von SI-Simulationen in einem wichtigen Punkt: die modellierten Strukturen sind bei PI viel größer und die Analysen dauern deshalb viel länger. Folglich werden alle HyperLynx-PI-Engines fortwährend auf Geschwindigkeit optimiert, wodurch sie nun über die beste industrietaugliche Leistung verfügen. Somit ermöglicht HyperLynx PI den Anwendern eine detailliertere und vollständigere Simulation. Dies ist mit der vergleichbar, die sie bereits bei der Untersuchung von SI-Effekten gewohnt sind.

## OPTIMIERTE ANALYSE KOMPLETTER BAUGRUPPEN

Die Simulation aller Details der Signalführung und Stromversorgung einer Leiterplatte ist kaum zu bewältigen. Das Anpassen der reinen Simulationsfähigkeiten an die spezifischen Anforderungen von Standard-Schnittstellen und -Protokollen (wie DDRx-Speicher und 100 Gbit/s Ethernet SERDES) entlastet die Anwender und liefert eine optimierte zusammengefasste Pass/Fail-Bewertung aller Schnittstellen.

Der HyperLynx-Wizard für DDRx-Batch-Simulation bereitet den Weg für einfaches Setup, automatische Simulation des gesamten Busses sowie für die konsolidierte Berichterstattung. Er wird nun auf DDR4- und LPDDR4-Schnittstellen erweitert. HTML-basiertes Reporting erlaubt die Erstellung von Konstruktionsunterlagen und die interne, webbasierte Veröffentlichung der Ergebnisse.



*Eine Beispielseite aus dem HyperLynx-DDRx-Analyse-Wizard. Der Wizard erkundigt sich beim Anwender nach der DDRx Schnittstelle. Wenn diese Information zur Verfügung steht, führt der Wizard tausende Simulationen aus, tätigt alle Zeit- und SI-Messungen, zeichnet den Schwingungsverlauf detailliert auf und stellt die Pass/Fail-Ergebnisse für die gesamte Schnittstelle grafisch dar.*

Powered by HyperLynx™

### DDR Simulation Report

Data Write | Data Read | Address | Differential Nets

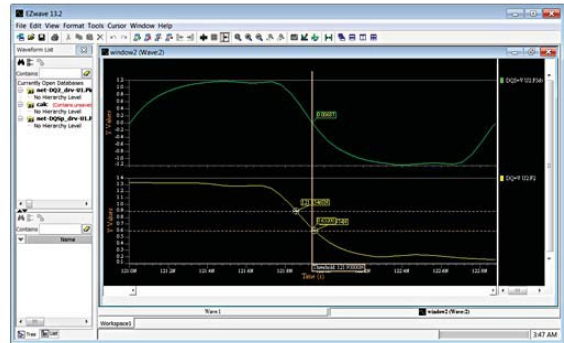
Data Write

Data Write Worstcases

Search:

#A	Signal	Accessed DRAM	Pass/Fail	Setup Margin	Hold Margin	Overshoot Margin	Undershoot Margin	Overshoot Area Margin	Undershoot Area Margin	TVAC Margin	VH(L)AC	VH(L)DC
1	DM	U2 E7	Fail	Bad Signal	Bad Signal	-320.0	-268.0	-1.333	-1.250	506	Pass	Pass
2	DQ0	U2 E3	Fail	-213.8	516.3	400.0	400.0	0.190	0.190	738	Pass	Pass
3	DQ1	U2 F7	Fail	Bad Signal	Bad Signal	400.0	400.0	0.190	0.190	733	Pass	Pass
4	DQ2	U2 F2	Fail	-285.3	565.0	400.0	400.0	0.190	0.190	733	Pass	Pass
5	DQ3	U2 F8	Fail	-214.9	512.4	400.0	400.0	0.190	0.190	733	Pass	Pass

Show CSV

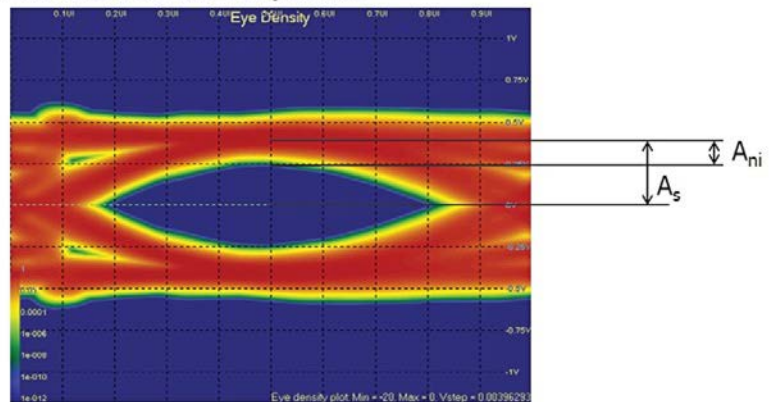


Das HTML-basierte Reporting von HyperLynx vereinfacht die Erstellung und Gestaltung der Dokumentation.

Im SERDES-Bereich kann mit Protokollen, die Channel Operating Margin (COM) unterstützen, die Qualität von Links überprüft werden, die auf einem speziellen, komplexen Satz an Simulationsschritten basieren. Dies geschieht anhand einer einzigen Pass/Fail-Bewertung pro Kanal. Das neue HyperLynx-Tool bietet die erste robuste kommerzielle COM-Implementierung für die 100-GbE-Signalübertragung mit vollständig automatisierten Simulationsdetails.

Eine weitere Möglichkeit, um die Simulation aller Signal- und Power-Effekte auf einer großen Leiterplatte zu optimieren besteht darin, Teile eines Designs, die detaillierte Analysen erfordern, proaktiv zu identifizieren und die für die Simulation erforderliche Zeit durch konsequente Wiederverwendung von zeitintensiv erstellten Modellen wie 3D-basierte S-Parameter zu verringern. Erreicht wird dies durch direkte Integration der leistungsstarken HyperLynx-DRC-Engine in die SI/PI-Umgebung. Die superschnelle DRC-Engine scannt in Sekunden die gesamte Leiterplatte für das Routing und andere geometrische Anomalien. Dadurch kann sie Hinweise auf eine Simulations-Notwendigkeit zur Verfügung stellen, indem sie genau die Layout-Strukturen findet, die die Designabsicht oder bewährte Methoden verletzen. Zum Beispiel verwendet die HyperLynx-SI/PI diese Engine, um automatisch alle differentiellen Via-Paare zu finden, die nicht den vorgefertigten, bekannt guten „Mustern“ entsprechen. Anschließend bringt sie all diese Vias in Gruppen unter, für die pro Gruppe nur eine (automatisch ausgeführte) Extraktion der 3D-EM-S-Parameter erforderlich ist. Dies spart möglicherweise viele Stunden an Simulationszeit pro Platine ein. Die gleiche Technologie kann angewendet werden, um die ganzen Via-Muster zu finden (gut bzw. „schlecht“), wofür kein Input vom Anwender benötigt wird. Das geschieht auf Basis einer ausgewählten Gruppe von Netzen. Dabei wird automatisch eine minimale Anzahl an Sets erzeugt und jedes Muster an den 3D-Solver zur Extraktion gesendet.

- $A_s$  is the signal amplitude (available signal)
- $A_{ni}$  is the total noise amplitude



Bahnbrechende COM-Implementierung ermöglicht die Simulation der 100-GbE-Signalverarbeitung

Letztlich legt das neue Release von HyperLynx den Schwerpunkt auf eine vollkommen andere Art der Benutzung - getreu seiner Ausrichtung auf einfache Bedienung und schnelle interaktive Analyse: sie erfolgt in einer reinen Batch-Mode-Umgebung, die durch Scripts gesteuert wird; eine Simulation läuft mindestens einmal pro Tag auf dem kompletten Layout mit wenig oder ohne Eingreifen des Anwenders; die Benutzeroberfläche wird vollständig unterdrückt wird. Es wurde viel in die Robustheit von HyperLynx investiert. So lassen sich sehr große Layouts effizient zu bewältigen - einschließlich Stackups mit sehr vielen Lagen, einer großen Anzahl von Netzen und ganzer Multi-Board-Systeme. Hinzu kommen Multi-Core-Prozessoren und andere Simulations-Leistungssteigerungen sowie das erweiterte Caching von Solver-Berechnungen und die Wiederverwendung von extrahierten Modellen. Die neueste HyperLynx-Version bietet zwei Scripting-Schnittstellen: eine vereinfachte Variante, die keine Programmierkenntnisse erfordert, sowie eine umfangreichere, sprachbasierte Umgebung. Letztere ermöglicht den individuellen Zugang zur leistungsstarken HyperLynx-Engine.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die neue HyperLynx-Version ist das Resultat von Mentor Graphics langjährigen F&E-Investitionen und Technologie-Akquisitionen. Sie bietet in einer einheitlichen Umgebung eine Reihe von robusten, hochleistungsfähigen, äußerst präzisen Simulationsfähigkeiten. HyperLynx deckt alle Aspekte der Signal-Integrität, Power-Integrität, SERDES und 3D-EM-Analysen ab. Das Tool verfügt zudem über schnelles DRC/Geometrie-Scanning für Simulationszwecke - alles integriert in einer Benutzeroberfläche. Das Resultat ist ein Tool-Paket mit umfassenden Fähigkeiten, die von schnellen, interaktiven Analysen über komplexe Mixed-Mode- (Signal/Power/3D-) Simulationen bis hin zu leistungsfähigen Script-gesteuerten täglichen Batch-Analysen reichen.

For the latest product information, [www.mentor.com/hyperlynx](http://www.mentor.com/hyperlynx)

©2016 Mentor Graphics Corporation, all rights reserved. This document contains information that is proprietary to Mentor Graphics Corporation and may be duplicated in whole or in part by the original recipient for internal business purposes only, provided that this entire notice appears in all copies. In accepting this document, the recipient agrees to make every reasonable effort to prevent unauthorized use of this information. All trademarks mentioned in this document are the trademarks of their respective owners.

**Corporate Headquarters**  
**Mentor Graphics Corporation**  
 8005 SW Boeckman Road  
 Wilsonville, OR 97070-7777  
 Phone: 503.685.7000  
 Fax: 503.685.1204

**Sales and Product Information**  
 Phone: 800.547.3000  
[sales\\_info@mentor.com](mailto:sales_info@mentor.com)

**Silicon Valley**  
**Mentor Graphics Corporation**  
 46871 Bayside Parkway  
 Fremont, CA 94538 USA  
 Phone: 510.354.7400  
 Fax: 510.354.7467

**North American Support Center**  
 Phone: 800.547.4303

**Europe**  
**Mentor Graphics**  
 Deutschland GmbH  
 Arnulfstrasse 201  
 80634 Munich  
 Germany  
 Phone: +49.89.57096.0  
 Fax: +49.89.57096.400

**Pacific Rim**  
**Mentor Graphics (Taiwan)**  
 11F, No. 120, Section 2,  
 Gongdao 5th Road  
 HsinChu City 300,  
 Taiwan, ROC  
 Phone: 886.3.513.1000  
 Fax: 886.3.573.4734

**Japan**  
**Mentor Graphics Japan Co., Ltd.**  
 Gotenyama Garden  
 7-35, Kita-Shinagawa 4-chome  
 Shinagawa-Ku, Tokyo 140-0001  
 Japan  
 Phone: +81.3.5488.3033  
 Fax: +81.3.5488.3004

