

Sonderdruck für Peppercon

IP-BASIERENDE KVM-UMSCHALTER

Knackpunkt Digitalisierung

Seit einiger Zeit bieten nahezu alle KVM-Hersteller auch IP-basierende KVM-Umschalter oder -Extender an. Der Anwender kann daran angeschlossene Rechner über das LAN bedienen. Die KVM-IP-Technik birgt jedoch im Vergleich zum traditionellen analogen KVM-Umschalter einige technische Herausforderungen und Problemfelder.

Die größte technische Herausforderung bei der Übertragung von KVM-Signalen über einen IP-Kanal liegt beim Monitorbild. Technisch gesehen handelt es sich dabei um ein analoges Videobild. Um dieses über eine IP-Verbindung übertragen zu können, müssen nacheinander folgende Verarbeitungsschritte ausgeführt werden:

- Digitalisierung der analogen Farbwerte,
- Erkennung des Bildschirmmodus,
- Erkennen und Speichern des Bildschirminhalts,
- Fehlerbehandlung und
- Komprimierung.

DIGITALISIERUNG Am analogen VGA-Ausgang eines Rechners (oder eines

KVM-Switches) liegen die Farbinformationen in Form von analogen Farbwertsignalen für die Farben Rot, Grün und Blau vor. Zusätzlich überträgt das System separat oder kombiniert die Vertikal- und Horizontalsynchronimpulse. Diese Signalkombination entspricht genau den für analoge Braunsche Röhren notwendigen Ansteuersignalen. Heutige digitale Flachbildschirme oder KVM-IP-Geräte müssen diese Signale digitalisieren, damit sie sie weiterverarbeiten können. Für die Digitalisierung kommen schnelle AD-Konverter (ADCs) zum Einsatz, die sich hauptsächlich in ihrer maximalen Bandbreite und Digitalisierungsbreite unterscheiden.

Da die Farbsignale keine Taktinformation enthalten, "weiß" der ADC nicht

exakt, an welcher Stelle im Farbsignal er den Wert digitalisieren muss. Daher versucht eine PLL-Schaltung im ADC, anhand von Signalcharakteristiken den richtigen Abtasttakt zu erraten und ständig nachzuregeln. Im Normalfall arbeitet diese PLL-Schaltung komplett automatisch und liefert nach wenigen Millisekunden ein sauber abgetastetes Videobild (Bild 1, oberer Abtasttakt). Bei sehr veräuschten oder signalarmen Videosignalen am Eingang kann dieses Verfahren jedoch Fehler produzieren. Für diesen Fall bieten die meisten Hersteller eine manuelle Nachregelung dieser PLL an. Dabei kann der Anwender typischerweise "Phase" und "Clock" innerhalb gewisser Grenzen verändern. Bild 1 zeigt im unteren Teil, welche Auswirkungen Änderungen an diesen Parametern hervorrufen. Es ist offensichtlich, dass damit die Digitalisierungseigenschaften eines KVM-IP-Switches dramatisch geändert werden können.

BILDSCHIRMMODUS Um die digitalisierten Farbwerte als Monitorbild interpretieren zu können, müssen sie einer Position innerhalb des Monitorbilds zugeordnet werden. Hierzu benötigt das System die Bildschirmauflösung, mit der die VGA-Karte des Rechners das Bild erzeugt hat. Die Bildschirmauflösung ist nicht mit im Ausgangssignal kodiert. Vertikal- und Horizontalsynchronimpulse liefern lediglich die Anzahl der Bilder pro Sekunde

und die Anzahl Bildschirmzeilen pro Bild. Die Anzahl der vom Bildschirmsignal übertragenen Bildschirmzeilen ist dabei nicht identisch mit der sichtbaren Anzahl von Bildschirmzeilen. Dies liegt an der ursprünglichen Röhrenmonitortechnik, wo mehr Zeilen auf den Bildschirm geschrieben als sichtbare Bildinformationen geliefert wurden. Die Anzahl Bildpunkte pro Zeile (y-Auflösung) wäre ebenfalls aus dem einmal ermittelten Pixeltakt zu errechnen. Doch auch hier stimmt diese Zahl nicht mit den effektiv angezeigten Bildpunkten überein.

Für die Ermittlung der sichtbaren Bildgröße (Bildschirmauflösung) aus den gemessenen X- und Y-Werten existiert keine eindeutige Formel. Die effektive, am Computer eingestellte Bildschirmauflösung muss daher anhand der errechneten Werte geschätzt werden. Hersteller von KVM-IP-Extendern hinterlegen dazu eine Tabelle mit bekannten Bildschirmmodi. Dies sind in erster Linie die Bildschirmmodi, die im VESA-Standard hinterlegt sind. Teilweise werden auch typische Bild-

- Anzahl der insgesamt gesendeten Bildpunkte pro Koordinate,
- die zu erwartenden Frequenzen der Horizontal- und Vertikal-Synchronsignale,
- Polarität dieser Signale.

Nachdem der Bildschirmmodus bekannt ist, ermittelt das System die X- und Y-Offset-Werte. Damit sind die Werte im übertragenen Bild gemeint, bevor in Y- und X-Richtung das sichtbare Bild beginnt. Leider existieren auch hierfür keine eindeutigen Zuordnungen, sodass diese Offsets durch Messungen des Standardschwarzweerts ermittelt werden. Ein Algorithmus erkennt den Übergang vom schwarzen Bereich in den nicht schwarzen Bereich. Problematisch wird dieses Verfahren bei schwarzen Hintergrundbildern, hier liefern manche KVM-IP-Extender falsche Offsetwerte.

BILDSCHIRMINHALT Bildschirmmodus und Offset des sichtbaren Bereichs ermöglichen ein korrektes Einlesen der Bilddaten in einen Speicher. Die Einlesegeschwindigkeit hängt von der Bildschirmauflösung und der Bildwiederholrate ab und liegt über 100 MHz. Idealerweise sollte mindestens ein kompletter Bildabzug im Speicher abgelegt sein, was nicht bei allen Produkten der Fall ist. Manche laden pro Lesezyklus nur Teile des Bilds in einen Zwischenspeicher und verarbeiten diese, bevor der nächste Bildteil eingelesen wird. Zeigt der Monitor ein bewegtes Bild, so entstehen bei diesen Produkten Bruchkanten, da sich beim Einlesen des nächsten Bildteils dessen Inhalt schon wieder geändert hat.

FEHLERBEHANDLUNG In der Praxis wird das analoge Bild bei IP-KVM-Umschaltern immer etwas verfälscht: Es kommt zu

Digitalisierungsfehlern, was in der Natur der Digitalisierung liegt. Außerdem stören Rauschen und Einstreuungen das Übertragungssignal. Beide Ursachen führen zu einer leichten Verschiebung des Farbwerts einzelner Pixel, was mit bloßem Auge kaum sichtbar ist. Bei reduzierter Farbdarstellung und gleichzeitigen Farbübergängen kann dies aber auch zu einem sichtbaren "Kippen" von Farbpixeln führen. Noch schlimmer als die eigentliche Farbverschiebung ist das ständige Flimmern der Pixel an diesen Farbübergängen. Zudem können diese kleinen Farbänderungen für die Bildkompression fatale Folgen haben. Denn jede dieser Änderungen müsste einzeln übertragen werden, was zu einer hohen Bandbreitenbelegung selbst bei unverändertem Monitorbild führen würde. Daher verwenden alle Hersteller Filter, die das Pixelrauschen vor der Übertragung aus dem Signal herausfiltern. Hierzu vergleichen sie zwei hintereinander eingelesene Bilder und eliminieren die kleinen Farbverschiebungen, wenn sie unterhalb einer bestimmten Trigger-Schwelle liegen.

KOMPRIMIERUNG Ein typisches Monitorbild hat bei einem Bildschirmmodus von 1024 x 768 in 24 Bit Farbtiefe eine Größe von 1024 x 768 x 3 Byte, also 2,3 MByte. Um im Idealfall ein Monitorbild wenigstens dreimal pro Sekunde updaten zu können, müssten fast 7 MByte/s als Bandbreite einer IP-Verbindung zur Verfügung stehen. Zur Kompression der Monitordaten nutzen die Systeme die Tatsache, dass in einer Computeroberfläche nicht immer das gesamte Bild verändert wird. Die Systeme ermitteln im ersten Verarbeitungsschritt die Änderungen des Bildschirminhalts. Hier sind verschiedene Ansätze möglich. Mitunter werden nur die Bildzeilen weiterverarbeitet, in denen eine Änderung des Inhalts stattfand. Effektiver ist es, das gesamte Bild in kleine Quadrate einzuteilen und nur Quadrate mit modifiziertem Bildinhalt zu übertragen. Bei einigen KVM-IP-Konvertern sieht der Anwender diese Quadrate, wenn er die Maus vor einem rauschenden Hintergrund bewegt.

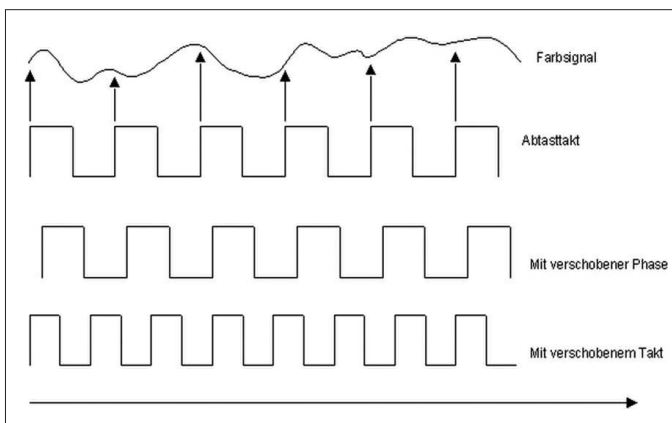


Bild 1. Abtastung eines analogen Videosignals: automatisch sowie mit verschobener Phase und veränderter Taktfrequenz

schirmmodi – etwa die von Sun-Workstations – mit hinterlegt. Hochwertige KVM-IP-Extender geben dem Anwender zudem die Möglichkeit, neue oder zum Beispiel seltene Bildschirmmodi im Gerät zu hinterlegen. Er benötigt dafür folgende Kenngrößen:

- Anzahl der sichtbaren Bildpunkte in X- und Y-Richtung,

Da die Veränderung der Bildinhalte nicht nur von tatsächlichen Änderungen in der VGA-Karte stammen, sondern auch aufgrund des Rauschens bei der Digitalisierung, ist darauf zu achten, dass dieses Rauschen minimiert wird.

Neben der Versendung lediglich der Änderungen im Bild lassen sich die Datenmengen noch zusätzlich komprimieren. Hierzu verwenden die Hersteller meist ihre eigenen optimierten Algorithmen, wobei all diese Kompressionsalgorithmen verlustfrei arbeiten. Algorithmen aus dem Bereich der Video- und Sprachkompression (MP3, MPG) finden keine Verwendung, weil das Resultat inakzeptable Artefakteneffekte im Bild aufweisen würden.

Bei KVM-IP-Extendern müssen Kompression und Dekompression in Echtzeit vollzogen werden, weil der Nutzer nur marginale Gesamtverzögerungen des Videobilds akzeptiert.

MAUS Neben der Bildübertragung ist vor allem die korrekte Übertragung und Darstellung der Maussignale entscheidend für den Anwender. Eine Bewegung der Maus und die damit initiierte Bewegung des Maus-Cursors auf dem Bildschirm erfolgen technisch bedingt niemals synchron. Durch die Verarbeitung im Betriebssystem entstehen Verzögerungen im Millisekundenbereich, die jedoch durch die Trägheit des menschlichen Auges nicht wahrgenommen werden. Dies ändert sich, wenn die Übertragungswege deutlich verlängert werden. Verzögerungen über 250 ms nimmt ein Benutzer bereits als störend wahr. Nahezu alle Softwarelösungen zur Fernsteuerung lösen das Problem der Mausverzögerung, indem sie den Maus-Cursor lokal erzeugen und auf den Bildschirm schreiben. Erst die Auslösung einer Aktion (Öffnen eines Fensters) am entfernten PC wird eine Verzögerung auslösen. Da diese aber im Zusammenhang mit einer größeren Änderung des Bildschirminhalts steht, vermutet der Nutzer, dass es an der Verarbeitungsleistung des entfernten Rechners liegt. Um die lokale Verarbeitung des Maus-Cursors durchführen zu

können, sind zwei Voraussetzungen zu erfüllen:

Die Software muss den Maus-Cursor in den Bildsignalen vor der Übertragung eliminieren. Moderne Betriebssysteme besitzen hierfür eine entsprechende Softwareschnittstelle (etwa: Änderung des Cursor-Layouts auf ein Pixel transparent). Außerdem muss die Software auf die Steuerung der Maus am fernsteuernden PC zugreifen können.

Bei extern an einen Rechner angeschlossenen KVM-IP-Geräten ist jedoch kein direkter Zugriff auf das Betriebssystem zur Manipulation der Mausdarstellung mög-

langer Regelkreis und damit eine vom Benutzer wahrnehmbare Verzögerung zwischen seinen Mausbewegungen und der Bewegung des Cursors.

Die Anzeige von zwei Maus-Cursoren setzt eine Synchronisation beider Mäuse voraus. Lokale Mausbewegungen müssen in exakt gleicher Weise für die Steuerung des lokalen und entfernten Maus-Cursors verwendet werden.

Mit einem komplexen Algorithmus kann versucht werden, die Behandlung der Maus im entfernten Betriebssystem zu ermitteln und die lokale Mausbehandlung an dieses Modell anzupassen. Das kann bei

Variante	Single-Maus	Double-Maus, statisch	Double-Maus, dynamisch	USB-Maus
Verfahren	lokale Maus wird unterdrückt	definiertes Mausverhalten am zu steuernden Rechner	Algorithmus ermittelt Verhalten der entfernten Maus und bildet lokale nach	Mauspositionierung durch USB-Funktion
Vorteil	keine Desynchronisation	stabil, einfach zu realisieren	für jedes Mausmodell geeignet	stabile Synchronisation
Nachteil	außerhalb direkter schneller LAN-Verbindungen schlecht zu bedienen	schwierig unter anderen OS als Windows, spezielles Setup notwendig	mehrere Sekunden nach Start Blockierung des Videobilds	nur mit USB unter Windows
Hersteller	Peppercon, Rose	Avocent, Peppercon, Raritan	Peppercon	Soronti

Tabelle. Verfahren zur Maussynchronisation im Vergleich

lich. Der vom fernsteuernden Rechner erzeugte und auf seiner Bildschirmschnittstelle dargestellte Maus-Cursor wird also immer als Teil des Videobilds zum entfernten Rechner übertragen. Es gibt zwei prinzipielle Methoden, das zu lösen: Entweder das System unterdrückt den lokalen Maus-Cursor und zeigt den im Videobild integrierten Maus-Cursor des zu steuernden Rechners. Oder es zeigt sowohl die lokale als auch die entfernte Maus, wobei beide möglichst deckungsgleich sein sollten. Beide Lösungsansätze haben ihre spezifischen Nachteile: Wird nur die entfernte Maus zur Steuerung genutzt, entsteht ein

exotischen Maustreibern trotzdem fehlgeschlagen und benötigt nach dem Verbindungsaufbau etwas Zeit.

Eine interessante Alternative der Maussynchronisierung bietet die Verwendung einer USB-Maus. Hier ist es zumindest unter Windows möglich, Mauskoordinaten absolut zu übermitteln. Damit kann eine entfernte Maus immer wieder auf exakt die Position der lokalen Maus gezwungen werden.

Die verschiedenen Hersteller von KVM-IP-Geräten favorisieren hier unterschiedliche Ansätze.

(Dr. Christian Pätz, Peppercon/db)