

Zentralisiertes Infrastrukturmodell für die Spektrumanalyse: *Untersuchung der Gesamtkosten (Total Cost of Ownership, TCO)*

Ein Whitepaper der Farpoint Group

Dokument FPG 2010-166.1

April 2010



Im letzten Jahrzehnt, das heißt seit es WLANs und Wi-Fi gibt, sind auch zahlreiche Tools zur Analyse und Überprüfung von drahtlosen Netzwerken verfügbar geworden. Eine der neuesten Möglichkeiten besteht darin, die Aktivität der Bitübertragungsschicht, auch physikalische Schicht (PHY) genannt, zu untersuchen. In anderen Worten geht es darum festzustellen, welche Vorgänge in der Luft stattfinden, also eine *Analyse des Frequenzbands oder Spektrums (Spectral Assurance, SA)* vorzunehmen. Einer solchen Analyse kommt nicht nur eine besondere Bedeutung zu, da die von WLANs genutzten Frequenzen unlicenziert sind und daher willkürlichen Funksignalen und Interferenzen unterworfen sind, sondern vor allem deshalb, weil WLANs mittlerweile für zahlreiche Anwendungen unternehmenswichtig geworden sind und als primärer oder sogar standardmäßiger Netzzugang dienen. Die gleiche vitale Bedeutung haben deshalb heute auch die Erkennung und Behebung von spektrumspezifischen Problemen. Das für die Analyse des Frequenzbands eingesetzte Gerät wird als *Spektrumanalysator* bezeichnet. Mit der Einführung des „*Spectrum Expert*“ von Cisco im Jahr 2005, das auf einem Notebook-Computer installiert werden konnte, stand zum ersten Mal ein kostengünstiges, jedoch sehr effektives Tool zur Verfügung, das von Netzwerktechnikern überall eingesetzt werden konnte. Mittlerweile sind die Herausforderungen jedoch gewachsen, da die Wichtigkeit und Abdeckung von WLANs zugenommen hat. Das *Ad-hoc*-Konzept der Spektrumanalyse, das wir als „Walking Around Model“ oder kurz „WAM“ bezeichnen, bei dem portable Spektrumanalysatoren eingesetzt werden, kann zwar noch immer zweckmäßig sein, ist jedoch alles andere als optimal. In Anbetracht der unternehmenswichtigen Natur gegenwärtiger WLAN-Installationen besteht ein offensichtlicher Bedarf nach einer kontinuierlichen, *ständig verfügbaren* Spektrumanalyse, und damit die eindeutige Notwendigkeit, die Funktion *in die WLAN-Infrastruktur* zu integrieren, sodass ein zentralisiertes Infrastrukturmodell (centralized/infrastructure, CIM) entsteht. Mit der kürzlichen Einführung der CleanAir-Produktreihe von Cisco ist die CIM-Strategie jetzt Realität, sodass sich einige sehr interessante Fragen in Bezug auf die Gesamtkosten eines solchen Konzepts stellen. Das ist das Thema dieses Whitepaper.

Spektrumanalyse - Die Vorteile

Warum kommt der Spektrumanalyse ein solche Bedeutung zu? Sehen wir uns einige der wichtigsten Vorteile an:

- *Erkennung von Interferenzen* - Die unlicenzierten Frequenzbänder können mit Interferenzsignalen von zahlreichen Geräten zugedeckt sein, von schnurlosen Telefonen bis zu Bluetooth-Produkten, drahtlosen Videokameras, Mikrowellenherden usw. Die meisten Interferenzen sind unbeabsichtigt und schwach und für Wi-Fi-Signale nur zeitweilig beeinträchtigend. Doch wie unsere eigenen Erfahrungen gezeigt haben, können sich Interferenzen, die von üblichen im Handel erhältlichen drahtlosen Geräten verursacht werden, sehr negativ auf Wi-Fi-Übertragungen auswirken, und ohne die Spektrumanalyse besteht keine Möglichkeit, die Natur eines spezifischen Problems zu überprüfen.

- *Optimaler Betrieb* - Auch wenn die meisten WLAN-Systeme in Unternehmensqualität heute in der Lage sind, Funkkanäle automatisch zuzuweisen und die Übertragungsleistung festzulegen, können durch Kenntnis der Funkumgebung Kanäle mit stärkeren Interferenzen (ob von Wi-Fi verursacht oder nicht) vermieden werden, sodass sich eine bestimmte Installation in Bezug auf den Durchsatz, die Zuverlässigkeit und die Gesamtkapazität (nach Möglichkeit dynamisch) optimieren lässt.
- *Sicherheit und Systemintegrität* - Auch wenn vollständig erfolgreiche DoS-Angriffe (Denial-of-Service) auf der PHY-Schicht zum Glück selten vorkommen, sind sie doch möglich. Die Fähigkeit, illegale Sender irgendwelcher Art auf dem Betriebsgelände des Unternehmens zu erkennen und zu lokalisieren, ist eine entscheidende Funktion für die Sicherstellung des WLAN.
- *Richtliniendurchsetzung* - Unternehmen sollten über Richtlinien verfügen, die bestimmen, welche Arten von drahtlosen Geräten (z. B. schnurlose Telefone, drahtlose Videokameras, Nicht-Wi-Fi-WLANs usw.) an einem Standort eingesetzt werden dürfen. Die Fähigkeit, unzulässige Geräte zu erkennen, ist daher entscheidend.
- *Forensische Fehlerbehebung* - Eine der wichtigsten Funktionen der Spektrumanalyse ist die schnelle, effiziente und kostengünstige Ermittlung der Ursache einer (vorübergehenden oder länger andauernden) Unterbrechung. Da die Gesamtproduktivität von den LAN- und Netzwerkdiensten abhängt, wird diese auch von der optimalen Verfügbarkeit von Wireless-Diensten beeinflusst.

Wie bereits erwähnt, wurde die Spektrumanalyse von Wi-Fi-Anwendungen bisher so ausgeführt, dass ein Ingenieur oder Techniker mit einem auf einem Notebook installierten Analysator umherging und nach Funkstörungsquellen oder unzulässigen Sendern suchte. Dieses Konzept ist zwar praktikabel, jedoch in keiner Weise optimal. Das größte Problem besteht darin, dass dieses Verfahren erst angewendet wird, nachdem ein Problem festgestellt wurde. Bis dahin kann das Problem jedoch bereits nicht mehr bestehen, oder wenn es nur zeitweilig oder burstartig auftritt, nicht mehr feststellbar sein. Zudem deckt die Walking-Around-Strategie definitionsgemäß nur einen Teil einer bestimmten Infrastruktur zu einem bestimmten Zeitpunkt ab, und sie ist immer arbeitsintensiv und erfordert ausgebildete und erfahrene Ingenieure oder Techniker mit Funkerfahrung, und sie ist zudem häufig mit langen Anfahrten und langen Arbeitszeiten vor Ort verbunden. Die Lokalisierung einer Störungsquelle ist zudem mit nur einem Sensor häufig schwierig. Und schließlich ist die Walking-Around-Strategie vollständig unabhängig von WLAN-Management- und sonstigen Analysetools, was bedeutet, dass Entscheidungen, die sich als Konsequenz der Spektrumanalyse ergeben, häufig ad hoc getroffen werden müssen - wodurch der gesamte Vorgang oft komplex und indeterministisch wird.

Wir empfehlen zwar grundsätzlich, dass ein Computer-basiertes Tool zur Spektrumanalyse vorhanden ist (z. B. für die Ad-hoc-Analyse und installationsvorbereitende Funkuntersuchungen). Jedoch bietet die Integration von Spektrumanalysefunktionen in die Infrastruktur der Installation eines Unternehmens-WLAN zahlreiche Vorteile. Diese umfassen vor allem die Integration mit der Management-Konsole und dem Management-System des WLAN, sodass sich alle wichtigen Funktionen auf einem einzigen Bildschirm darstellen lassen, wodurch sich die Produktivität der Mitarbeiter erhöht und der Gesamtbetrieb verbessert werden kann. Entsprechend kann auch die Funkressourcenverwaltung optimiert werden. Die Kanalzuweisung und die Sendeleistungslogik können nun die Vorteile einer weiteren wichtigen Variable nutzen und automatisch erfolgen. Eine möglicherweise erforderliche Neukonfiguration erfolgt schnell und ebenfalls automatisch. Die Ereigniserfassung und die Trendanalyse werden einfach und konsistent. Die Lokalisierung einer Störungsquelle oder eines unautorisierten Geräts erfolgt automatisch, zuverlässig und schnell. Und, was am wichtigsten ist, große Bereiche, selbst mehrere Gebäude, Campus und großflächig verteilte Anlagen können kontinuierlich rund um die Uhr an 7 Tagen in der Woche und an 365 Tagen im Jahr von einem einzigen Standort aus überwacht werden. Die Idee entspricht im Wesentlichen Intrusion Detection and Prevention Services (IDS/IPS) und anderen Elementen einer WLAN-Sicherstellungslösung, die ebenfalls mit mobilen Lösungen begannen und sich zu infrastrukturbasierten Lösungen in Unternehmensqualität entwickelt haben.

Die Farpoint Group ist daher überzeugt, dass die Netzwerkoptimierung und Produktivitätsverbesserung des zentralisierten Infrastrukturmodells eine ausreichende Rechtfertigung für die Implementierung einer CIM-Lösung für die Spektrumanalyse darstellt. Was die Auswirkungen auf die Gesamtkosten anbelangt, können Sie sich die CIM-Strategie als Umstellung von hohen, personalbedingten Betriebskosten zu höheren, aber effizienteren Investitionskosten vorstellen. Die Spektrumanalyse kann aber auch als eine Art Versicherungspolice betrachtet werden, bei der Opportunitätskosten entstehen, um nicht gegebenenfalls einen Totalverlust hinnehmen zu müssen. Wir gehen daher davon aus, dass die Spektrumanalyse essentiell ist und dass die grundlegende Kostenanalyse darin besteht, das WAM-Modell mit dem CIM-Modell zu vergleichen und nicht im Hinblick darauf, ob die Spektrumanalyse an und für sich sinnvoll ist. Sie ist in jedem Fall sinnvoll.

Erstellung eines TCO-Modells für die zentralisierte Spektrumintelligenz (CIM)

Jedes TCO-Modell besteht aus zwei Komponenten: *Investitionskosten* einerseits und *Betriebskosten* andererseits. Die Investitionskosten umfassen alle erforderlichen Geräte, Planung, Installation, funktionale Prüfung sowie erforderliche einmalige Entwicklungskosten, die in der Regel nur einen kleinen Prozentsatz der Kosten der erforderlichen Geräte ausmachen. Die Betriebskosten umfassen alle Ausgaben für den laufenden Betrieb, einschließlich Netzwerkverwaltung, Fehlerbehebung, Reparaturen, Benutzersupport, Wartung und zahlreiche weitere Faktoren.

Im Laufe der Zeit sind die Betriebskosten in der Regel wesentlich höher als die Investitionskosten, und dies hat einen einfachen Grund. Während die Investitionskosten im Wesentlichen von den Kosten der gefertigten Produkte abhängen, die sich mit der Zeit meistens verringern und ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis entwickeln (in der Presse häufig als „schneller/besser/billiger“ beschrieben), enthalten die Betriebskosten im Allgemeinen eine hohe *Personalkostenkomponente*, und diese Kosten besitzen die gegenteilige Eigenschaft - sie *steigen* mit der Zeit. Die beste Möglichkeit, steigenden Arbeitskosten zu begegnen, ist selbstverständlich die Erhöhung der Produktivität. Dies ist mit dem zentralisierten Modell der Spektrumanalyse durchaus realistisch, da es eine Umwandlung von mitarbeiterorientierten Lösungen in eine zentralisierte, kontinuierliche und infrastrukturbasierte Überwachung und Analyse ermöglicht, zusammen mit einer adäquaten Automatisierung der Reaktion auf die festgestellten Probleme. Und selbstverständlich verringert sich die Notwendigkeit für die arbeitsintensiven mobilen Einsätze, die sich in einigen Fällen sogar ganz eliminieren lassen.

In einer zentralisierten Spektrumanalyse-Lösung und unter Voraussetzung, dass die erforderlichen Sensoren in Geräte integriert sind, die auch als Access Points fungieren können, entsprechen die Hauptinvestitionskosten für eine vollkommen neue Bereitstellung (vollständige Abdeckung) der Differenz zwischen den Kosten eines Access Point, der fähig ist eine Spektrumanalyse vorzunehmen, und eines Access Point, der diese Fähigkeit nicht besitzt. In Abhängigkeit vom Modell ergeben sich pro Access Point Kosten von einigen hundert US-Dollar. Bei einer Erweiterung bestehender Bereitstellungen geht die Farpoint Group im Allgemeinen von einem Verhältnis von 1:4 bis 1:6 zwischen spektrumfähigen Access Points und anderen Access Points aus. Zwar müssen in einer Teilbereitstellung einige Kompromisse in Bezug auf die Funktionen in Kauf genommen werden, die Kosten sind jedoch relativ gering. Darüber hinaus müssen in einer Teilbereitstellung möglicherweise Funktionsprüfungen der einzelnen Client-Typen mit zwei unterschiedlichen Access Points ausgeführt werden. Diese Kosten dürften jedoch relativ gering sein, und sie ergeben sich sowieso aus den örtlichen Richtlinien und Verfahren. Weitere Kosten entstehen lediglich noch für eine Appliance zur Implementierung der Standortfunktion. Diese sind jedoch in Anbetracht der Gesamtkosten der Installation weitgehend zu vernachlässigen. Die inkrementellen Kosten einer zentralisierten Spektrumanalyse stellen somit nur einen sehr kleinen Prozentsatz der Gesamtinvestitionskosten einer bestimmten Installation dar, und dieser Prozentsatz verringert sich mit dem Gesamtumfang. Die Investitionskosten einer CIM-Lösung sind jedoch häufig wesentlich höher als die einer WAM-Lösung, für die lediglich ein Notebook und ein kostengünstiges Spektrumanalysetool erforderlich sind.

In Bezug auf die Betriebskosten ist zu beachten, dass das WAM vor allem arbeitsintensiv ist und häufig einen unbestimmbaren Umfang besitzt, was zu unbestimmbaren Kosten führt. Es kann ziemlich frustrierend sein, einer zeitweilig auftretenden Störungsquelle nachzujagen (wir haben selbst einschlägige Erfahrungen mit einer derartigen Aufgabe!), wobei es niemals garantiert ist, sich zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu befinden. Die CIM-Strategie eliminiert nahezu alle diese Kosten. Daher gehen wir bei einer Zentralisierung von einer vorteilhaften Entwicklung der Gesamtkosten aus.

Wie bereits oben erwähnt, sind zahlreiche mögliche Opportunitätskosten aufgrund von Netzwerkfehlern von gleicher Bedeutung, jedoch wesentlich schwieriger zu quantifizieren. Diese können Produktivitätsverlust bei Benutzerproblemen oder Verkaufsausfall umfassen sowie potenzielle Folgekosten aufgrund von rechtlichen und sonstigen Verletzungen von Bestimmungen mit ihren potenziell enormen Auswirkungen sowie die Resultate von Sicherheitsverletzungen und ähnlichen Problemen. Weitere Kosten können aus dem Verlust von Prestige, Kundenvertrauen und Geschäften entstehen, die sich aus Serviceproblemen für Kunden aufgrund von Netzwerkfehlern ergeben. Selbst ein verringerter Durchsatz kann hier als Faktor herangezogen werden, wenn dieser die Reaktionsfähigkeit des Unternehmens beeinträchtigt. Da die meisten Unternehmen für ihre entscheidenden Operationen heute extrem von ihrem (kabelgebundenen oder drahtlosen) Unternehmens-LAN abhängig sind, ist es sinnvoll, Maßnahmen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit zu implementieren - wie die zentralisierte Spektrumanalyse -, die die Zuverlässigkeit und Leistung unterstützen, die zur Vermeidung dieser potenziellen Opportunitäts-Folgekosten erforderlich sind. Schließlich ist das Netzwerk ein Hilfsmittel zur Optimierung der Produktivität des Unternehmens. Die Gewährleistung seines effizienten Betriebs ist - unabhängig von den jeweiligen Herausforderungen - entscheidend. Daher sind wir davon überzeugt, dass eine Funktion zur Spektrumanalyse für *alle* WLAN-Installationen auf Unternehmensebene unverzichtbar ist. Die Differenz der Gesamtkosten irgendeiner Art von Spektrumanalyse und dem Fehlen einer solchen Analyse stellen die hohen Opportunitäts- oder Versicherungskosten dar, die mit allen oben genannten Aspekten in Verbindung stehen. Deren Quantifizierung hängt von den Besonderheiten einer bestimmten Installation und Branche ab, sie können jedoch tatsächlich sehr hoch sein. Unsere nachfolgende Analyse beschränkt sich daher auf einen Vergleich der Kosten einer infrastrukturbasierten Spektrumanalyse mit denen des Walking-Around-Modells.

TCO einer Spektrumanalyse-Lösung: Ein Beispiel

Auch wenn die besonderen Gegebenheiten von Installation zu Installation variieren können, hat die Farpoint Group in Zusammenarbeit mit Cisco Systems ein allgemeines TCO-Modell für die Bereitstellung von Spektrumanalysefunktionen entwickelt (siehe Tabelle 1) In diesem Modell gehen wir von drei spezifischen Szenarien aus: dem Walking-Around-Modell, wie oben erläutert, und zwei Varianten des zentralisierten Infrastrukturmodells (CIM). Das erste Szenario stellt eine *partielle* Strategie dar (manchmal als „Überlagerungs-Strategie“ bezeichnet), die in einer bereits vorhandenen Bereitstellung verwendet werden kann, und bei der einige *zusätzliche* spektrumfähige Access Points, in diesem Fall Cisco Access Points der Serie 3500, eingesetzt werden. Diese Art der Bereitstellung ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung und die Lokalisierung von Störungsquellen. Letzteres wird durch die Mobility Services Engine (MSE) von Cisco sichergestellt. Der zweite Fall ist eine *vollständige* Bereitstellung von Access Points der Serie 3500, die alle Vorteile der partiellen Bereitstellung bietet sowie zusätzlich die automatisierte Behebung von störungsspezifischen Problemen (die sogenannte „Selbstheilung“).

Investitionskosten	WAM	CIM - Partiiell	CIM - Vollständig
Kosten eines Notebook-Computers	\$1.000		
Kosten eines Spektrumanalysators	\$5.000		
Kosten weiterer spektrumfähiger Access Points		\$1.300	
Kostendifferenz der Access Points			\$300
Gesamtzahl der bereitgestellten Access Points		1000	1000
Verhältnis der Sensor-Access Points (1:n)		5	1
Anzahl der spektrumfähigen Access Points		200	1000
Kosten der spektrumfähigen Access Points		\$260.000	\$300.000
Kosten von MSE für kontextbewussten Standort		\$7.000	\$7.000
Gesamtinvestitionskosten	\$6.000	\$267.000	\$307.000
Betriebskosten			
Stundensatz eines Ingenieurs	\$80	\$80	\$80
Anzahl der Vorfälle/Monat	10	10	10
Anzahl der Stunden/Vorfall	24	1	0,25
Betriebskosten gesamt (jährlich)	\$230.400	\$9.600	\$2.400
Gesamtkosten (TCO) über drei Jahre	\$697.200	\$295.800	\$314.200

Tabelle 1 - Beispielmodell der Gesamtkosten für drei unterschiedliche Bereitstellungsszenarien. Die gelben Felder stellen Variablen dar. *Quelle:* Farpoint Group.

Wie in Tabelle 1 zu erkennen ist, erfordert die mobile Lösung sehr geringe Investitionskosten, jedoch sehr hohe Betriebskosten, da sie vor allem arbeitsintensiv ist. Auf der Grundlage unserer Gespräche mit führenden Mitarbeitern in Großunternehmen, die zurzeit Lösungen zur Spektrumanalyse bereitstellen, sowie nach unseren eigenen Erfahrungen ist von einer Budgetzahl von 24 Stunden von einem Vorfall bis zu seiner Lösung auszugehen. Zu beachten ist, dass bei bestimmten Vorfällen zusätzliche Personallatenzzeiten und Reisekosten entstehen können. Die Gesamtkosten für drei Jahre (Investitionskosten plus drei mal die Betriebskosten) sind daher sehr hoch, und es muss erneut darauf hingewiesen werden, dass eine kontinuierliche Überwachung in diesem Fall nicht möglich ist.

Im Fall einer partiellen CIM-Lösung wird von einer bestehenden Bereitstellung und einer Beschaffung von neuen Access Points der Serie 3500 im Verhältnis von 1:5 ausgegangen (ein 3500 auf fünf vorhandene Access Points). Wie bereits oben erwähnt, hat die Farpoint Group festgestellt, dass dieses Verhältnis in der Regel zwischen 1:4 und 1:6 liegt. Zu beachten ist jedoch, dass jetzt eine Überwachung rund um die Uhr an 7 Tagen in der Woche möglich ist, und dass sich die erforderlichen Personalarbeitsstunden erheblich reduziert haben.

Im Beispiel der vollständigen CIM-Lösung muss nur die Kostendifferenz der Access Points der Serie 3500 von 300 US-Dollar einkalkuliert werden, da in diesem Fall noch keine Access Points bereitgestellt wurden. Bemerkenswert ist, dass sich die erforderlichen Personalarbeitsstunden in diesem Fall aufgrund der Selbstheilungsfähigkeiten erneut deutlich verringert haben. Daher liegen die Gesamtkosten für drei Jahre bei der vollständigen Lösung nur geringfügig höher als bei der partiellen Lösung, sodass die Entscheidung für eine vollständig neue Bereitstellung leicht fällt.

In beiden CIM-Beispielen wird von einer Bereitstellung von insgesamt 1000 Access Points und einem spektrumbezogenen Vorfall pro 100 Access Points und Monat ausgegangen. Alle Preise basieren auf den Listenpreisen von Cisco.

Anzumerken ist, dass dieses Modell weder Wartungskosten beinhaltet, noch die an anderer Stelle in diesem Dokument genannten Opportunitätskosten. Wir gehen davon aus, dass Erstere nur von geringer Bedeutung sind und Letztere potenziell so wichtig, dass sie die Installation einer Spektrumanalyse-Lösung in jedem Fall nahelegen.

Schlussfolgerungen

Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung mit der Planung und Installation von und der Fehlerbehebung in WLAN-Installationen sind wir absolut davon überzeugt, dass die Spektrumanalyse in *jeder* Installation auf Unternehmensebene erforderlich ist. Die möglichen Kosten, die sich aus einem fehlenden Überblick über die Bitübertragungsschicht und die dort vorliegenden Fehler ergeben, können enorm sein. Gleichzeitig können aufgrund unserer obigen Kostenanalyse und der anderen genannten Vorteile (vor allem die globale kontinuierliche Überwachung) wenig Zweifel darüber bestehen, dass das zentralisierte Infrastrukturmodell die bevorzugte Strategie darstellt. Die Umwandlung der Betriebskosten in Investitionskosten und die erhöhte Zuverlässigkeit und Leistung sollten in relativ kurzer Zeit zu einer Amortisierung führen. Nochmals: die Spektrumanalyse sollte als Versicherungspolice betrachtet werden, die sowohl Produktivität als auch Haftung abdeckt. Die Vorteile in Bezug auf die WLAN-Optimierung, Sicherheit, Richtliniendurchsetzung und Fehlerbehebung sind unumstritten. Die Verfügbarkeit dieser Funktion in der WLAN-Infrastruktur stellt für die Branche und ihre Kunden eindeutig einen großen Sprung nach vorn dar, und es ist davon auszugehen, dass diese Technologie in den kommenden Jahren zu einem allgemein verfügbaren Standard werden wird.



Ashland MA USA

508-881-6467

www.farpointgroup.com

info@farpointgroup.com

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen basieren auf tatsächlichen Tests und öffentlich zugänglichen Informationsquellen, von deren Richtigkeit zum Zeitpunkt der Veröffentlichung ausgegangen wurde. Die Farpoint Group haftet nicht für hierin möglicherweise enthaltene Irrtümer. Überarbeitungen dieses Dokuments können von Zeit zu Zeit ohne Vorankündigung veröffentlicht werden.

Copyright 2010 - Alle Rechte vorbehalten

Dieses Dokument darf reproduziert und verbreitet werden, vorausgesetzt dieser Urheberrechtshinweis wird nicht entfernt, und es werden keine Änderungen am Original vorgenommen.