

Rechnernetze - Media Networking (WiSe 2023/2024)

Übung 08

- 1) Welche Entscheidung bezüglich der LTE-Frequenzen muss bei der Entwicklung eines LTE-Smartphones getroffen werden? Recherchiert, wie diese Entscheidung bei Euren Smartphones ausgefallen ist.

(1 Punkt)

Bei der Entwicklung eines LTE-Smartphones muss die Entscheidung hinsichtlich der unterstützten LTE-Frequenzen getroffen werden.

LTE verwendet nämlich für unterschiedliche Regionen und Länder unterschiedliche Frequenzbänder. Also verschiedene Länder bzw. Mobilfunkanbieter verwenden verschiedene Frequenzen für LTE-Dienste.

Die LTE-Hardware im Smartphone muss demnach diejenigen Frequenzbänder unterstützen, die in der spezifischen geografischen Region, in der das Smartphone genutzt wird, zugewiesen sind.

Ansonsten könnte das Smartphone beispielsweise auf einem anderen Kontinent keine zuverlässige drahtlose Kommunikation gewährleisten.

Die Internationale Fernmeldeunion (ITU) unterscheidet beispielsweise drei Regionen der Welt

Region 1: Europa, Mittlerer Osten und Afrika;

Region 2: Nord-, Mittel- und Südamerika;

Region 3: Asien-Pazifik

mit jeweils unterschiedlichen Frequenzplänen.

Weltweit gibt es etwa 40 aktiv genutzte Frequenzbänder für LTE, wobei nur wenige Chips ein derart breites Spektrum abdecken.

Jedes dieser Bänder hat einen definierten Frequenzbereich für das Senden und Empfangen. Die Auswahl und Kombination der unterstützten Frequenzen variiert zwischen verschiedenen LTE-Geräten.

So unterstützen die meisten eher günstigen Smartphones lediglich 3-5 regionale LTE Bänder.

Top-Modelle von Samsung, Huawei oder iPhone können nahezu weltweit im LTE roamen.¹

¹ Becker, R. (2020, April 23). LTE Frequenzen weltweit. Becker IOT.
<https://becker-iot.de/lte-frequenzen-weltweit>

Die aufgeführten LTE-Bänder für das Modell A2633 des iPhone 13 listen die folgenden Frequenzen, die von diesem Smartphone unterstützt werden, an:

FDD-LTE (Bänder 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 25, 26, 28, 30, 32, 66)

TD-LTE (Bänder 34, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 48)

Die Bezeichnung "Bänder 1, 2, 3, etc." bezieht sich auf bestimmte Frequenzbänder im Frequenzspektrum, die für drahtlose Kommunikation wie LTE (Long-Term Evolution) verwendet werden. Jedes Band repräsentiert einen bestimmten Frequenzbereich, der von Mobilfunkstandards genutzt wird.

Band 1 zum Beispiel entspricht in LTE einem Frequenzbereich von etwa 2.1 GHz.

Band 2 liegt typischerweise im Bereich von 1.9 GHz. und Band 3 im Bereich von 1.8 GHz.²

1 Punkt

² iPhone 13 - Technische Daten. (n.d.). Apple.com. Retrieved January 11, 2024, from https://support.apple.com/kb/SP851?locale=de_DE

- 2) Warum wird für die Umsetzung von unterschiedlich priorisierten Informationsströmen innerhalb einer WLAN-Zelle nicht DiffServ verwendet? Wie könnte es stattdessen realisiert werden?

(2 Punkte)

Einer der Hauptgründe, warum DiffServ nicht für die Priorisierung von Informationsströmen innerhalb einer WLAN-Zelle verwendet werden kann, ist, dass DiffServ auf der Netzwerkschicht (Schicht 3) arbeitet. Die Informationen, die DiffServ benötigt, sind im IP-Header zu finden. WLAN-Zellen hingegen arbeiten auf der Datenübertragungsschicht (Schicht 2). Daher ist eine direkte Anwendung von DiffServ auf WLAN nicht trivial.

Ein anderer wesentlicher Grund ist, dass WLANs ursprünglich für schnelle drahtlose Verbindungen konzipiert wurden. DiffServ kann in Netzen mit höheren Latenzen an Effizienz verlieren, da es auf die Verwendung von Header-Feldern im IP-Paket angewiesen ist, was zusätzliche Verarbeitungszeit erfordert. Hinzu kommt noch, dass der Funkzugang in WLAN-Zellen ein gemeinsames Medium ist, das von allen Clients genutzt wird. Dies bedeutet, dass Pakete nicht allein auf der Grundlage des DSCP-Wertes (Differentiated Services Code Point), also eines Wertes zur Bestimmung der Priorität eines Pakets im DiffServ-Modell, priorisiert werden können. Stattdessen müssen auch andere Faktoren berücksichtigt werden, wie die aktuelle Auslastung des Funkkanals und die Position des Clients in der Zelle. Die Umsetzung von DiffServ in WLANs liefert daher möglicherweise nicht die gleichen deterministischen Ergebnisse wie in kabelgebundenen Netzen.

Um die Quality of Service (QoS)-Funktionen in drahtlosen Netzwerken zu verbessern und eine Priorisierung von Datenpaketen zu ermöglichen, gibt es eine Erweiterung des IEEE 802.11e-Standards namens Wireless Multimedia Extensions (WME) bzw. Wi-Fi Multimedia (WMM). Diese ermöglicht eine effektivere Priorisierung und Verwaltung des Datenverkehrs in WLANs, insbesondere in Umgebungen mit vielen Clients und unterschiedlichen Anwendungsanforderungen. Zeitkritische Anwendungen wie VoIP (Voice-over-IP) und Videostreaming erhalten eine höhere Priorität als weniger zeitkritische Daten wie Dateiübertragungen. Im Folgenden werfen wir einen groben Blick auf die wichtigsten Aspekte der Erweiterung.

WME definiert vier Prioritätsklassen für Datenverkehr: Voice (Stimme), Video, Best Effort (Standarddaten) und Background (Hintergrunddaten). Jede dieser Klassen hat unterschiedliche Anforderungen in Bezug auf Bandbreite, Verzögerung und Jitter. Die Prioritätsklassen werden durch eine sogenannte Access Category (AC) dargestellt, das sind: AC_VO, AC_VI, AC_BE, AC_BK. Jeder AC ist eine bestimmte Prioritätsstufe zugeordnet, wobei Sprache die höchste und Hintergrunddaten die niedrigste Priorität haben.

Bei WME kommt EDCA zum Einsatz, eine Verbesserung der Distributed Coordination Function (DCF), die in dem grundlegenden 802.11e-Standard definiert ist. EDCA ermöglicht eine feinere Priorisierung durch die Einführung unterschiedlicher Inter Frame Spaces (IFS), das sind Zeiträume zwischen dem Senden und Empfangen von Datenrahmen, für die verschiedenen ACs. Dadurch erhält der Datenverkehr mit höherer Priorität früher Zugang zum Funkkanal als der Datenverkehr mit niedrigerer Priorität.

Die WME-Nachrichten werden in den WLAN-Headern verwendet, um die Prioritätsklasse eines Rahmens anzugeben. Dies hilft bei der Identifizierung und Handhabung des Datenverkehrs durch Access Points (APs) und andere Netzkomponenten.

Es sei auch erwähnt, dass DiffServ auf 802.11e integriert werden kann, indem weiterhin die DSCP-Markierungen im IP-Header verwendet werden, um die gewünschte QoS für den Datenverkehr anzugeben. Diese Markierungen werden dann auf die entsprechenden WME-Kategorien abgebildet.

Außerdem gibt es Wi-Fi Scheduled Multimedia (WSM), eine optionale Funktion des IEEE 802.11e-Standards, die garantierte Bandbreite und niedrige Latenzzeiten für zeitkritische Anwendungen wie VoIP und Video-Streaming bietet. Mit WSM können Access Points die Übertragungen von Clients, die QoS benötigen, zentral planen. Wenn ein Client zeitkritische Daten übertragen möchte, sendet er einen Verkehrsdeskriptor an den AP. Der Verkehrsdeskriptor enthält Informationen über die Anwendungsanforderungen des Clients. Der AP ordnet dann die Übertragungen des Clients so an, dass sie dessen QoS-Anforderungen erfüllen. Dabei werden dem Client Zeitschlitze für seine Übertragungen zugewiesen und der zeitkritische Verkehr vorrangig behandelt. Der Client sendet seine Datenrahmen während der geplanten Zeitschlitze. Der AP stellt sicher, dass in diesem Zeitraum keine anderen Clients senden, um Kollisionen und Jitter zu vermeiden. Bei Bedarf

werden die Übertragungsparameter, wie die Größe der Zeitschlitz und die Anzahl der Zeitschlitz, die dem Client zugewiesen werden, angepasst.

2 Punkte

3) Welche maximale Netto-Datenrate kann eine Station in einem Bluetooth1-Piconet in etwa erreichen? Begründung.

(1 Punkt)

Die klassische Version Bluetooth 1.0 hat eine Brutto Übertragungsrate von 1Mbit/s, dabei kann eine Station in einem Bluetooth 1.0-Piconet eine maximale Netto-Datenrate von etwa 720 kbit/s erreichen.

Die Datenrate kommt durch die spezifischen Eigenschaften von Bluetooth zustande.

Bluetooth arbeitet im 2,4 GHz Frequenzband und verwendet 79 Kanäle, jeweils 1 MHz breit.

Es findet ein Frequency Hopping mit 1600 Hops/s statt.

Während dieses Hopping-Prozesses müssen die Geräte auf verschiedene Kanäle wechseln, was zusätzliche Zeit in Anspruch nimmt und die effektive Übertragungsrate beeinflusst.

Eine Bluetooth-Zelle besteht aus einem Master-Knoten und bis zu 7 Slave-Knoten.

Mehrere Piconets können zu einem sogenannten Scatternet verbunden werden.

Der Master und die Slaves senden abwechselnd, es gibt also keine direkte Kommunikation zwischen den Slaves, jede Kommunikation erfolgt über den Master.

Bluetooth verhindert hierbei Kollisionen, indem es sicherstellt, dass nur ein Gerät im Piconet gleichzeitig sendet.

Dies führt jedoch zu einer sequenziellen Übertragung und kann die effektive Datenrate beeinträchtigen.

Ein weiterer erheblicher Teil der Übertragungsrate wird durch den Header und die Steuerinformationen in jedem Datenframe verbraucht.

Diese Informationen sind notwendig, um den Kommunikationsablauf zu steuern und sicherzustellen, dass die Daten korrekt empfangen werden.

Ein Bluetooth-Datenframe enthält einen Access Code, einen Header mit

Steuerinformationen und einen Payload. Der Header enthält nur die Adresse eines Slaves, da die Kommunikation immer über den Master erfolgt.

Da Bluetooth 1.0 einen 8-Bit-Header-Checksum enthält und der Header dreimal hintereinander gesendet wird, trägt dies zur Verringerung der Netto-Datenrate bei.

Overheads, wie der Bestätigungsmechanismus mit einem einzelnen Bit, können zusätzlich zur Verringerung der Netto-Datenrate beitragen.

Der entsprechende Wert ergibt sich also aus verschiedenen Faktoren und Overheads wie Protokollinformationen, Header, und Redundanzmechanismen.

Und wie kommen die ca. 720 kbit/s nun zustande?

0,5 Punkte