Design und Implementierung eines neuen Anti-Kollisions-Algorithmus für dichte RFID-Systeme

# KAPITEL 1

Radio Frequenz Identifikation (RFID) ist eine drahtlose Identifikationstechnologie, mit der können Personen oder Objekte drahtlos erfasst werden. Dies geschieht mit Hilfe von Transpondern (Tags), die an die Personen oder Objekte angebracht sind. Die RFID-Technologie hat Vorteile in Bezug auf andere Identifikationstechnologien, wie z. B. keine Sichtverbindung und die Identifikationsgeschwindigkeit. Bei vielen Anwendungen ist die Identifikationszeit von großen Tag-Populationen ein sehr kritischer Leistungsparameter, wie z. B. Logistik. Aktuell werden daher verschiedene Ansätze untersucht, diese Identifikationszeit deutlich zu reduzieren. Dies ist der Schwerpunkt dieser vorliegenden Dissertation.

# KAPITEL 2

Das konventionelle RFID-System besteht aus drei Hauptkomponenten: Erstens, ein RFID-Tag, das an dem Objekt angebracht ist und angefordert wird, identifiziert zu werden. Zweitens, das Lesegerät, der den gesamten Identifikationsprozess steuert. Schließlich die Verarbeitungseinrichtung, die immer eine Software ist. Bei RFID-Systemen, beide das Lesegerät und die Tags kommunizieren über der gleichen Frequenz. Somit kann eine gleichzeitige Übertragung stattfinden, die zu Kollisionen führt. Aufgrund des niedrigen Preises der Tags können sie weder den Kanal erfassen noch mit den anderen Tags kommunizieren. Daher sind die Lesegeräte für die Koordinierung des Netzwerks verantwortlich. In dichten Netzwerken erhöht sich die Lesezeit, wenn die Anzahl der Tag-Kollisionen zunimmt. Daher wird ein Antikollisionsprotokoll erforderlich, um die Tags Kollision Effekt zu minimieren.

# KAPITEL 3

Diese Arbeit konzentriert sich auf die MAC-Layer-Anti-Kollisionsprotokolle, da die PHY-Layer-Antikollisionsprotokolle nicht kosteneffizient sind. Die MAC-Schicht Anti-Kollisions-Protokolle werden eingeteilt in: deterministische (Tree) Protokolle, die in Systemen mit einer bekannten Anzahl von Tags verwendet werden, und probabilistische (ALOHA) Protokolle, die in Systemen mit einer unbekannten Anzahl von Tags verwendet werden. Daher konzentriert sich diese Arbeit auf ALOHA Protokolle Unter Berücksichtigung der PHY-Layer-Fähigkeiten moderner RFID-Lesegeräte, nämlich die Fähigkeit, Kollisionen wiederherzustellen und die Fähigkeit, der Typ des Zeitschlitzes frühzeitig zu erkennen. Der EPC-global C1 G2-Standard ist der häufigste RFID-Standard in der Logistik. Es basiert auf “Slotted ALOHA“ Protokoll.

# KAPITEL 4

Die Leistung von FSA hängt allgemein von zwei Hauptparametern ab: Der genauen Schätzung der Anzahl der Tags im Lesebereich. Die Anzahl der Tags Schätzfunktion berechnet die Anzahl der Tags aus Feedback, kommt aus dem vorherigen Frame, der die Anzahl der Slots mit leeren, erfolgreichen und kollidierten Zeitschlitze enthält. Die “Maximum Likelihood“ (ML) Anzahl von Tags Schätzprotokoll stellt die niedrigste Identifikationszeit im Vergleich zu den anderen Schätzalgorithmen. Allerdings begrenzt die numerische Suche Komplexität des ML-Schätzer die Anzahl der Tags. Darüber hinaus berücksichtigt diese Methode nicht die Collision Recovery moderner RFID-Lesegerät Fähigkeit der modernen RFID PHY-Layer. In der vorliegenden Arbeit wird ein neuartiges Tag Schätzverfahren vorgestellt, dass insbesondere die Collision Recovery moderner RFID-Lesegeräte berücksichtigt. Simulationsergebnisse belegen, dass die vorgeschlagene Lösung im Vergleich zum Stand der Technik die Anzahl der Tags deutlich genauer erfassen kann.

# KAPITEL 5

Der zweite Hauptfaktor, der die FSA-Leistung steuert, ist die Berechnung der optimalen FSA-Rahmenlänge. Im Rahmen der Arbeit werden geschlossene Lösungen für die Berechnung der optimalen Rahmenlänge unter Verwendung verschiedener Szenarien hergeleitet. Das erste Szenario ist das “ **Time aware frame length**“, dass nur die unterschiedlichen Längen der Zeitschlitze berücksichtigt. Die Fähigkeit des Lesegerätes zur Wiederherstellung von kollidierten Zeitschlitzen wird dabei noch nicht berücksichtigt. Das zweite Szenario ist das “**Time and constant collision recovery coefficients aware frame length**“ mit konstanten Wahrscheinlichkeiten für die Collision Recovery. Das dritte Szenario ist das “**Multiple Collision Recovery Aware Frame Length**”, das die unterschiedliche Wahrscheinlichkeit zur Auflösung von Kollisionen in Abhängigkeit von der Anzahl der kollidierten Tags berücksichtigt. Dazu werden die Wahrscheinlichkeiten zur Auflösung einer Kollision in Abhängigkeit der Anzahl der kollidierten Tags aus der Bitübertragungsschicht extrahiert. Schließlich wird eine Kombination von “Time-aware“ und “Multiple Collision Recovery Coefficients“ vorgeschlagen. Sie berücksichtigt die unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten für die Auflösungen von Kollisionen und die unterschiedlichen Längen der Zeitschlitze. Für jedes Szenario wird die Leistungsfähigkeit anhand der Auslesezeit für eine hohe Anzahl von Tags gegenüber dem Stand der Technik verglichen. Diese Arbeit konzentriert sich auf den EPC-global C1 G2 Standard. Daher können die Tags nicht modifiziert werden, so dass alle Optimierungen nur auf der Seite des RFID-Lesegerätes vorgenommen wurden.

# KAPITEL 6

This Allerdings wurden im Rahmen der Arbeit auch Möglichkeiten zur Leistungssteigerung untersucht, bei dem auch die Tags modifiziert werden. Dementsprechend werden kompatible Verbesserungen für den EPC-global C1 G2 Standard vorgeschlagen. Kompatibel heißt in dem Zusammenhang, dass sich die Tags bei einem üblichen Lesegerät exakt nach dem EPC-global C1 G2 Standard verhalten. Neue RFID-Lesegeräte können allerdings die höhere Leistungsfähigkeit der modifizierten Tags ausnutzen, die auf der Identifikation von mehreren Tags je Zeitschlitz basiert. Simulationsergebnisse belegen eine deutliche Reduktion der Lesezeit, war für zeitkritische Anwendungen von hoher Wichtigkeit ist.

# KAPITEL 7

Trotz der Bemühungen, die in dieser Dissertation investiert wurden, sind noch einige Fragen offen, die weiter untersucht werden müssen. Ein Beispiel ist die Auswirkung der anfänglichen FSA-Rahmenlänge, die in dieser Arbeit vernachlässigt wird. Darüber hinaus kann die MAC-Layer des Kommunikationskanals erfahren durch die Identifikationsraten Berechnung. Dann sollte es ein Feedback Signal an die PHY-Schicht senden. In diesem Signal entscheidet die MAC-Schicht den aktuellen kollidierte Schlitz entweder zu einem erfolgreichen Schlitz oder nicht zu lösen, je nach dem aktuellen Status des Kanals.